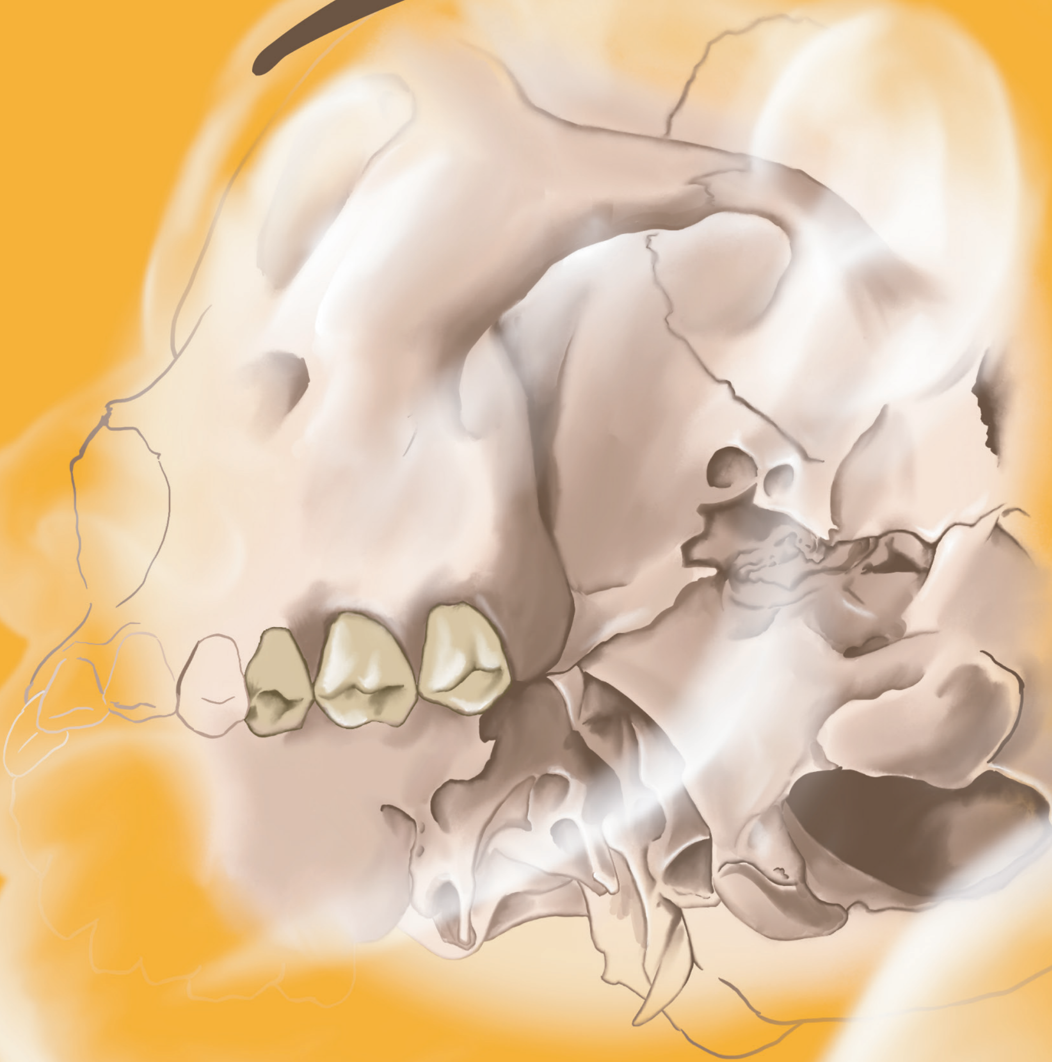
CTO
Editorial

Anatomía



14.ª Ed. Manual CTO de Medicina y Cirugía

NOTA

La medicina es una ciencia sometida a un cambio constante. A medida que la investigación y la experiencia clínica amplían nuestros conocimientos, son necesarios cambios en los tratamientos y la farmacoterapia. Los editores de esta obra han contrastado sus resultados con fuentes consideradas de confianza, en un esfuerzo por proporcionar información completa y general, de acuerdo con los criterios aceptados en el momento de la publicación. Sin embargo, debido a la posibilidad de que existan errores humanos o se produzcan cambios en las ciencias médicas, ni los editores ni cualquier otra fuente implicada en la preparación o la publicación de esta obra garantizan que la información contenida en la misma sea exacta y completa en todos los aspectos, ni son responsables de los errores u omisiones ni de los resultados derivados del empleo de dicha información. Por ello, se recomienda a los lectores que contrasten dicha información con otras fuentes. Por ejemplo, y en particular, se aconseja revisar el prospecto informativo que acompaña a cada medicamento que deseen administrar, para asegurarse de que no se han producido modificaciones en la dosis recomendada o en las contraindicaciones para la administración.

Esta recomendación resulta fundamental para la prescripción de fármacos nuevos o de uso poco frecuente. También deben consultar al laboratorio para conocer los valores normales.

Las normas ortográficas seguidas en esta obra son las establecidas por la Real Academia Española en la *Ortografía de la lengua española*, publicada en 2010.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, su tratamiento informático, la transmisión de ningún otro formato o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro y otros medios, sin el permiso previo de los titulares del copyright.

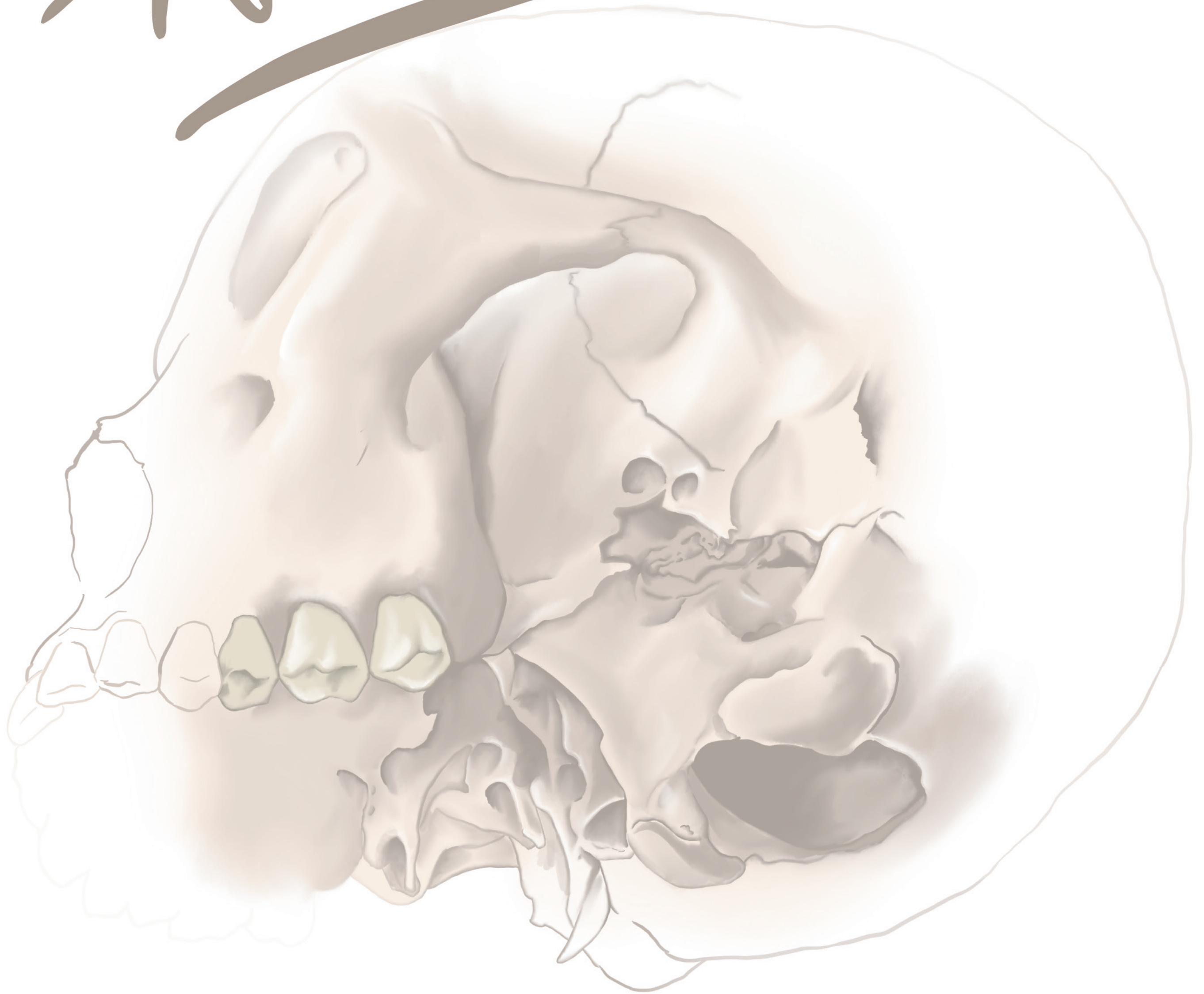
© CTO EDITORIAL, S. L. 2024

c/ Albarracín, 34; 28037 Madrid
Teléf.: (0034) 91 782 43 30 - Fax: (0034) 91 782 43 43
E-mail: soporte.multimedia@grupocto.com
Página web: www.grupocto.com

ISBN obra completa: 978-84-19784-60-5
ISBN de Anatomía: 978-84-19784-62-9

CTO Editorial

Anatomía



Autores

Miguel Sáez
Samer Mouhtar
Eva Manuela Pena Burgos

Director de la obra

Fernando de Teresa Galván

Índice

01. Aparato musculoesquelético 1

1.1. Huesos de la cabeza 2
1.2. Huesos de la columna vertebral 2
1.3. Musculatura de la región del cuello 3
1.4. Huesos de la pared torácica 3
1.5. Huesos de la extremidad superior 4
1.6. Musculatura de la extremidad superior 5
1.7. Musculatura de la pared abdominal 6
1.8. Región inguinal 7
1.9. Huesos de la extremidad inferior 9
1.10. Musculatura de la extremidad inferior 9

02. Sistema nervioso 10

2.1. Clasificación del sistema nervioso 11
2.2. Cráneo 11
2.3. Cerebro 12
2.4. Sistema ventricular 14
2.5. Ganglios de la base y estructuras profundas del encéfalo 14
2.6. Tronco del encéfalo 15
2.7. Trayecto y terminación de los pares craneales 15
2.8. Cerebelo 17
2.9. Médula espinal 17

03. Aparato circulatorio 19

3.1. Corazón 20
3.2. Sistema arterial 20
3.3. Sistema venoso 22

04. Aparato respiratorio 23

4.1. Fosas nasales 24
4.2. Laringe 24
4.3. Tráquea y bronquios 24
4.4. Pulmones 24
4.5. Circulación pulmonar 25
4.6. Pleura 25

05. Mediastino y diafragma 26

5.1. Mediastino 27
5.2. Diafragma 27

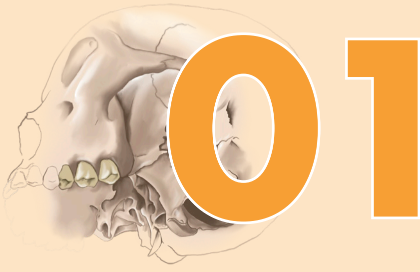
06. Aparato digestivo 28

6.1. Cavidad oral 29
6.2. Faringe 29
6.3. Esófago 29
6.4. Estómago 29
6.5. Intestino delgado 30
6.6. Intestino grueso 31
6.7. Recto 31
6.8. Hígado 31
6.9. Páncreas 32

07. Aparato urinario 33

7.1. Riñones 34
7.2. Uréteres 34
7.3. Vejiga 34
7.4. Uretra 34

Bibliografía 35



01 Aparato musculoesquelético

Orientación MIR

Tema muy amplio. Enfócate en los detalles que pueden ser preguntados, entre ellos las características de una vértebra tipo, el origen de los nervios raquídeos, manguito de los rotadores, configuración de la pared abdominal y del conducto inguinal.

Preguntas MIR

- MIR 23-24, 29
- MIR 16-17, 1

Conceptos clave

- La arteria vertebral es una rama colateral de la arteria subclavia y se introduce en los agujeros transversos de las seis primeras vértebras cervicales.
- El músculo esternocleidomastoideo divide la porción anterolateral del cuello en dos triángulos: anterior y posterior.El conducto inguinal contiene el ligamento redondo del útero en la mujer y el cordón espermático en el hombre.
- Existe la misma cantidad de nervios raquídeos que de vértebras en cada región, a excepción de la región cervical donde hay 7 vértebras y se originan 8 nervios raquídeos a este nivel (C1 entre occipital y atlas).
- El manguito de los rotadores está conformado por el subescapular, supraespinoso, infraespinoso y redondo menor (mnemotecnia: “su *swing* redondito”).

1.1. Huesos de la cabeza

Dentro de los huesos que forman el esqueleto de la cabeza se reconocen varias cavidades: cavidad craneal, dos oídos, dos órbitas, dos cavidades nasales y cavidad oral.

El **cráneo** consta de ocho huesos: occipital, dos parietales, dos temporales, frontal, esfenoides y etmoides. El hueso **temporal** es un hueso par, irregular, neumático, situado en la parte lateral, media e inferior del cráneo. Contiene en su espesor el órgano vestibulococlear. Su forma varía según las edades y queda finalmente dividido en cinco porciones en la edad adulta: porción escamosa, porción timpánica, porción mastoidea, porción petrosa y la apófisis estiloidea. La eminencia arcuata se encuentra en la porción petrosa del hueso temporal.

Los huesos del cráneo están separados por las **suturas** y las **fontanelas**. El bregma se origina por la unión de las suturas coronal y sagital. Se sitúa anterior al lambda. El lambda se forma por la unión de las suturas sagital y lambdoidea.

Hay numerosas estructuras que tienen que entrar o salir de la cavidad craneal y lo hacen a través de los orificios situados en la base del cráneo. En la **fosa craneal anterior** se ubica el agujero ciego, los agujeros olfatorios de la lámina cribosa y el conducto óptico. En la **fosa craneal media** se localiza la fisura orbitaria superior, el agujero redondo, el agujero oval, el agujero espinoso. En la **fosa craneal posterior** se sitúa el agujero magno (atravesado por el tronco del encéfalo), el conducto auditivo interno, el agujero yugular y el conducto del hipogloso.

El **seno cavernoso** es una cavidad intracraneal cuyos límites son la duramadre, la pared lateral del cuerpo del esfenoides. Es atravesada por venas y por otras estructuras: arteria carótida interna, nervio oculomotor (III par), troclear (IV par), *abducens* (VI par), rama oftálmica (V1) y rama maxilar (V2) del trigémino (V par).

La cara tiene 14 huesos, todos inmóviles, salvo la mandíbula: dos nasales, dos palatinos, dos lagrimales, dos cigomáticos o malares, el vómer, dos cornetes inferiores, dos maxilares superiores y uno inferior o mandíbula.

1.2. Huesos de la columna vertebral

Está formada por 7 vértebras cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, el sacro y el coxis. Poseen características comunes **(Figura 1.1)** y propias de cada grupo.

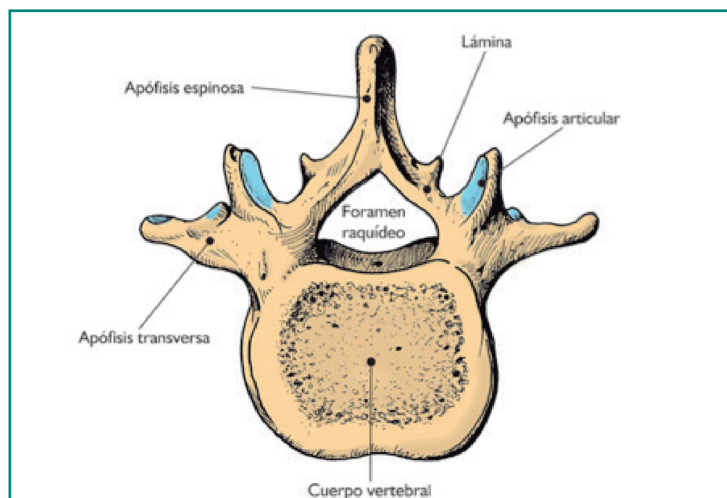


Figura 1.1. Estructura de la vértebra.

Las vértebras cervicales son el grupo más heterogéneo. La primera vértebra cervical (atlas) se compone de un arco anterior, un arco posterior y dos masas laterales. La segunda vértebra cervical (axis) tiene un diente, que se articula con la parte anterior del atlas, en un área denominada carilla articular **(Figura 1.2)**.

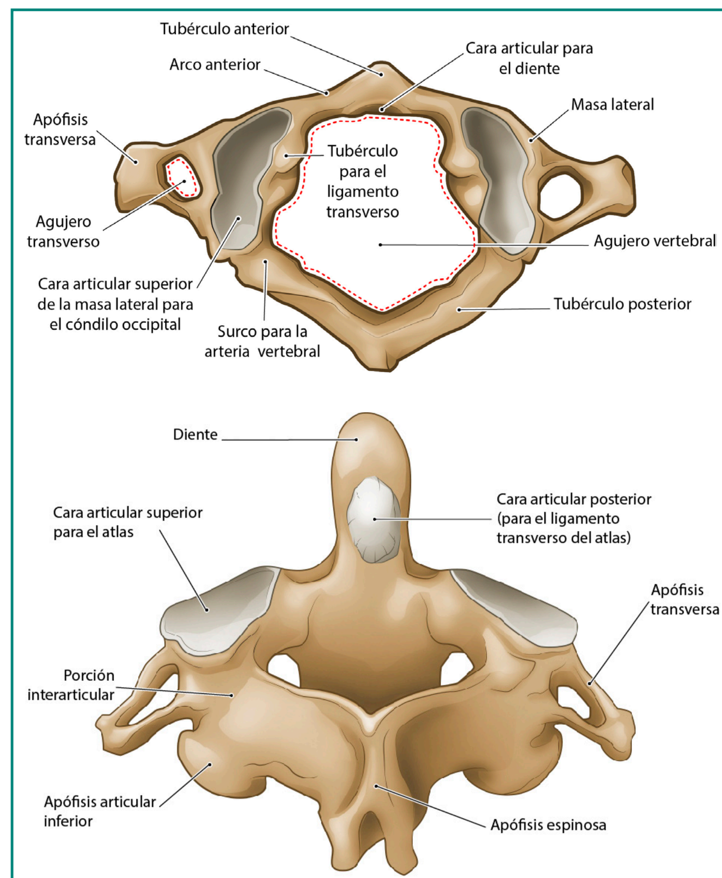


Figura 1.2. Estructura del atlas y el axis.

Por los agujeros de las apófisis transversas de las vértebras cervicales (desde C6 hasta C1) transcurren las arterias vertebrales a cada lado **(Figura 1.3)**.

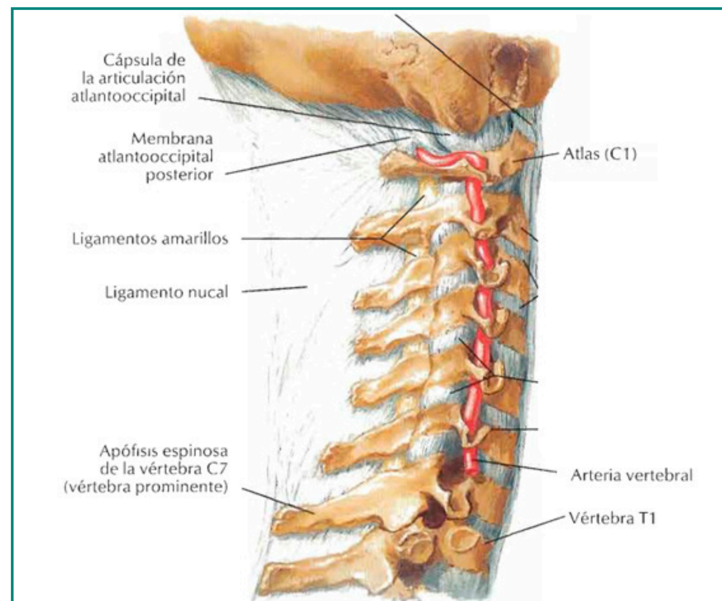
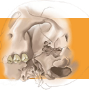


Figura 1.3. La arteria vertebral se introduce en los agujeros transversos cervicales desde C6.



Recuerda

- Por regla general, existe la misma cantidad de nervios raquídeos que de vértebras. Ejemplo, en la región torácica hay 12 nervios raquídeos y en la región lumbar 5 nervios raquídeos a cada lado. La diferencia la establece la región cervical, que a pesar de tener 7 vértebras da salida a 8 nervios raquídeos a cada lado. Esto es debido a que el primer nervio raquídeo se origina entre el atlas y el occipital. Así, entre el atlas y el axis sale el segundo nervio raquídeo, de C2 a C3 el tercero, de C3 a C4 el cuarto, de C4 a C5 el quinto, de C5 a C6 el sexto, de C6 a C7 el séptimo y de C7 a T1 el octavo **(Figura 1.4).**

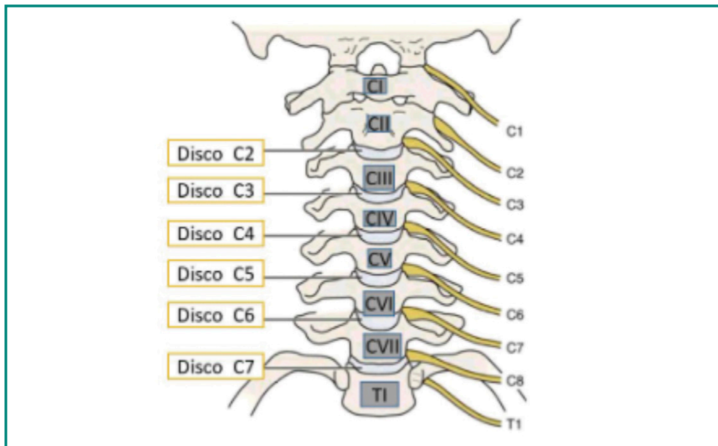


Figura 1.4. Salida de los nervios raquídeos cervicales.

1.3. Musculatura de la región del cuello

La porción anterolateral del cuello queda dividida por el esternocleidomastoideo (ECM) en dos triángulos: anterior y posterior **(Figura 1.5).**

El triángulo **anterior** está delimitado por el borde anterior del ECM, el borde inferior de la mandíbula y la línea media. Este triángulo se encuentra dividido por el hueso hioides y los músculos digástrico y omohioideo, y conforma a su vez los triángulos submandibular, carotídeo, muscular y submentoniano.

El triángulo **posterior** está delimitado por el borde posterior del ECM, el borde superior del trapecio y el tercio medio de la clavícula. En el triángulo posterior encontramos la vena yugular externa, la vena subclavia, las ramas cutáneas del plexo cervical y el nervio accesorio (XI par craneal), que cruza oblicuamente el triángulo para inervar el trapecio y divide, así, el triángulo posterior en dos partes.

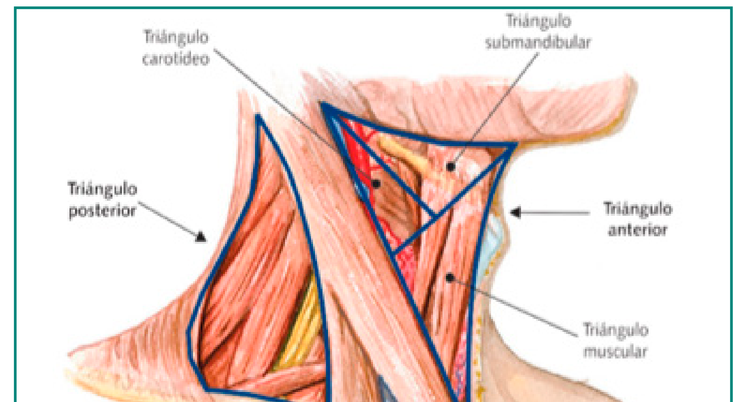


Figura 1.5. Región anterior del cuello.

1.4. Huesos de la pared torácica

La pared torácica está constituida por elementos esqueléticos y musculares. Posteriormente está constituida por **12 vértebras torácicas**. Lateralmente tiene **12 costillas**. Anteriormente, está formada por el **esternón**, integrado por el manubrio, el cuerpo y las apófisis xifoides.

El extremo anterior (esternal) de cada costilla está compuesto de cartílago costal. Las siete primeras costillas se articulan con el esternón mediante un cartílago propio y se denominan costillas "verdaderas". Las costillas de la octava a la décima se unen por sus cartílagos y crean un cartílago común que se une al esternón, por lo que se denominan costillas "falsas". Las costillas decimoprimera y decimosegunda no contactan con el esternón, por lo que se llaman costillas "flotantes" **(Figura 1.6).**

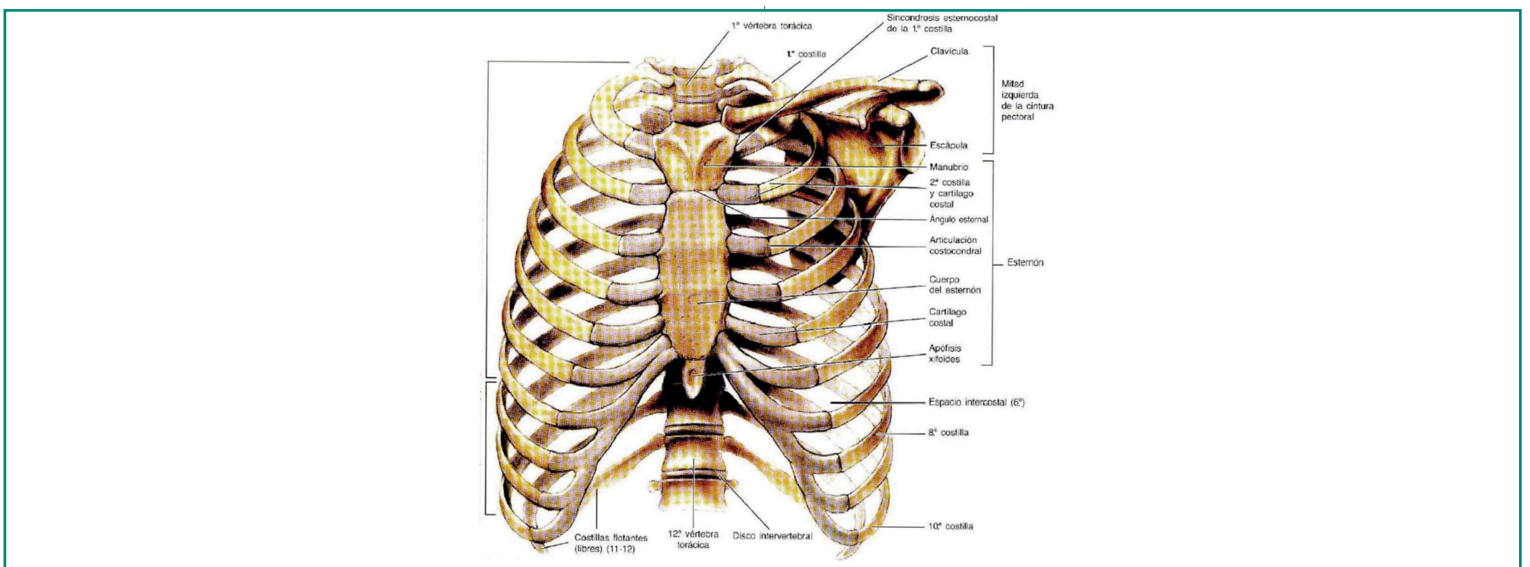


Figura 1.6. Composición de la caja torácica.

La primera costilla presenta un tubérculo (Lisfranc) en el que se inserta el músculo escaleno anterior. La vena subclavia cruza la primera costilla por delante de esta inserción y la arteria subclavia y las raíces del plexo braquial, por detrás **(Figura 1.7).**

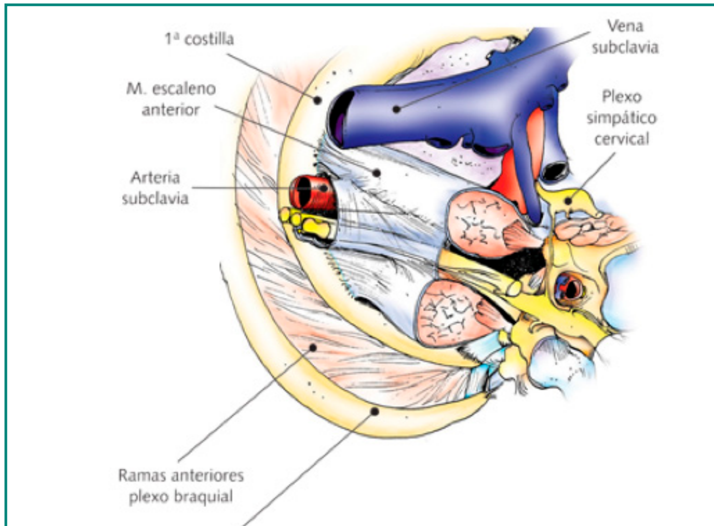


Figura 1.7. Estrecho torácico superior.

En el esternón se distinguen tres partes: manubrio, cuerpo y apéndice xifoides. A estas tres estructuras se articulan las costillas por medio de los cartílagos costales.

Recuerda

- La unión del manubrio con el cuerpo esternal crea un ángulo saliente y palpable hacia la pared torácica anterior llamado **ángulo de Louis,** referencia anatómica muy importante. A este nivel articula el segundo cartílago costal con el esternón, por lo que sirve de referencia anatómica en el humano para contar las costillas, ya que la primera costilla se ubica profundo y no se puede palpar en la mayoría de los casos **(Figura 1.8).**

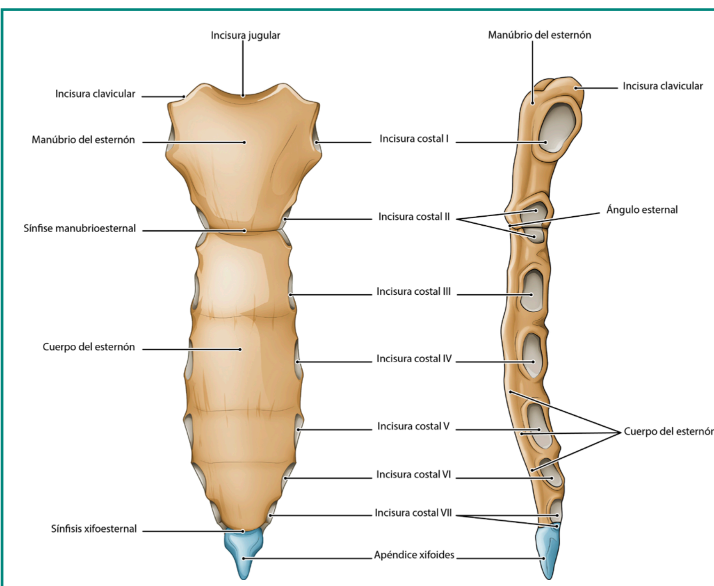


Figura 1.8. Esternón por su cara anterior y lateral. Se detalla el ángulo de Louis en la unión entre el manubrio y el cuerpo esternal en su cara lateral.

Los vasos y los nervios circulan por el surco costal, pegados al borde inferior de la costilla superior y discurren en el plano entre las dos capas internas de músculos, y adoptan la siguiente disposición en línea (de arriba abajo): **vena, arteria y nervio ("V-A-N como van"),** por lo que el nervio es la estructura con más riesgo de ser dañada ante perforaciones en la zona. Cuando se realiza una toracocentesis (atravesar el tórax con un catéter para alcanzar el espacio pleural) se debe hacer en el borde **superior de la costilla inferior,** ya que el paquete vasculonervioso intercostal transcurre a través del borde inferior de la costilla superior de un espacio intercostal **(Figura 1.9).**

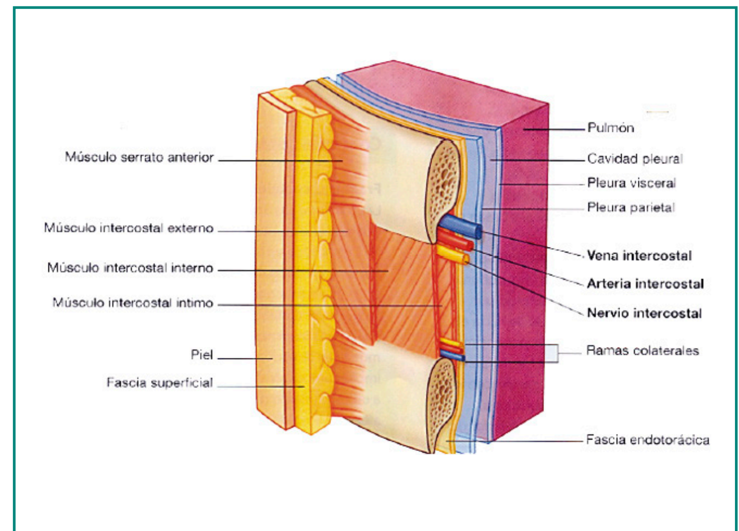


Figura 1.9. Estructuras anatómicas del espacio intercostal.

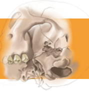
1.5. Huesos de la extremidad superior

La extremidad superior se compone de cintura escapular, brazo (húmero), antebrazo (cúbito en posición medial y radio en posición lateral) y mano **(Figura 1.10).**

La **cintura escapular** une el miembro superior al esqueleto axial y está constituido por dos huesos: la clavícula anteriormente y el omóplato o escápula posteriormente.

El húmero, como todo hueso largo, se compone de una diáfisis o cuerpo y dos extremos **(Figura 1.11):**

- **Extremo superior:** presenta tres salientes óseos: uno articular, la **cabeza del húmero** (que entra en la cavidad glenoidea de la escápula) y dos no articulares, el **troquín** (tubérculo menor) y el **troquíter** (tubérculo mayor).
- **Extremo inferior:** aplanado de anterior a posterior y ensanchado transversalmente. Presenta una superficie articular y dos eminencias no articulares. **Superficie articular:** en relación con el radio y el cúbito. Su porción **externa** corresponde al cóndilo del húmero, que se articula con la cúpula del radio. Su porción **interna** se corresponde con la **tróclea humeral,** que está en relación con la cavidad sigmoidea mayor del cúbito. La excavación anterior y superior a la tróclea se denomina **fosa coronoidea,** ya que en ella se aloja la apófisis coronoides del cúbito en la flexión, y la excavación posterior y superior a la tróclea se denomina **fosa olecraneana,** porque en ella se aloja el olécranon durante la extensión del brazo.



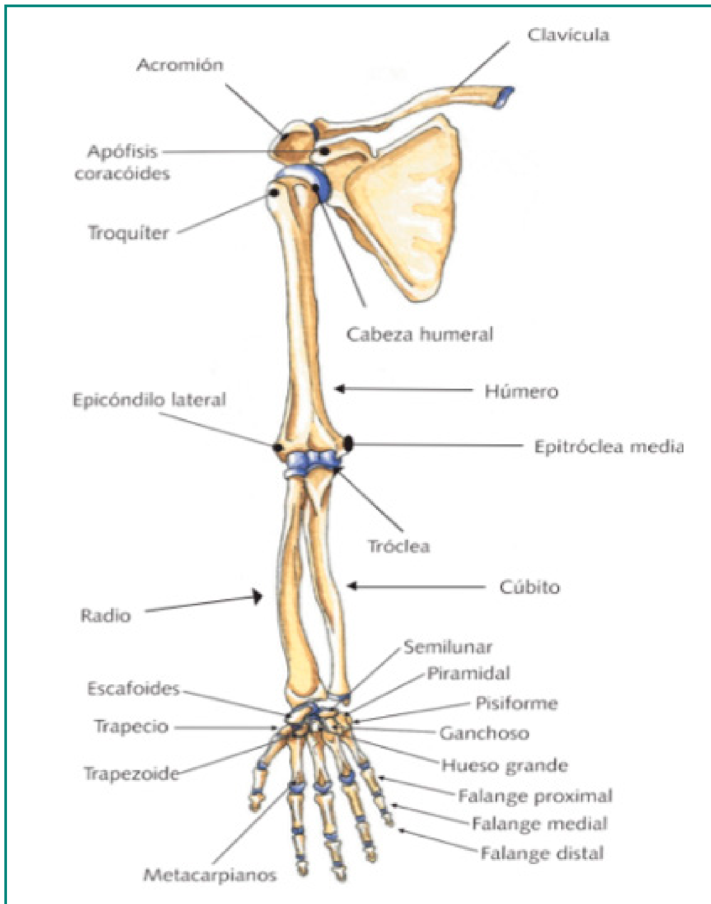


Figura 1.10. Huesos del miembro superior.

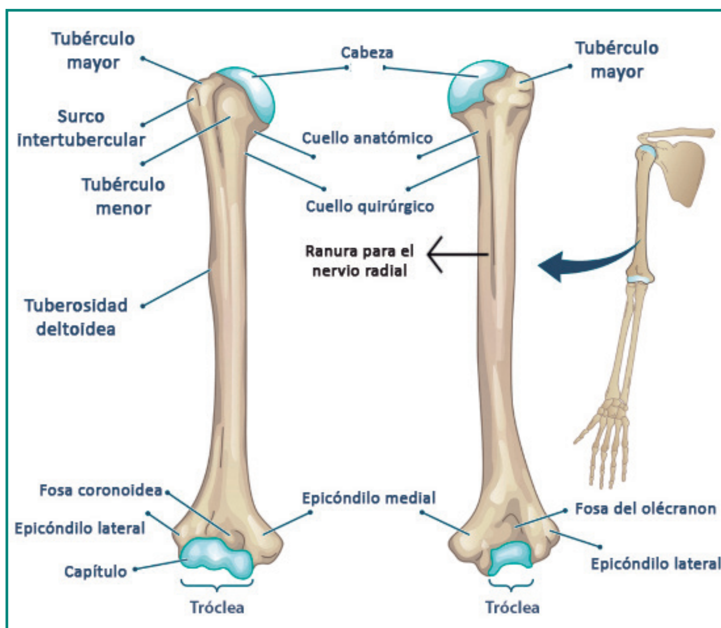


Figura 1.11. Detalles anatómicos del húmero.

El carpo está formado por 8 huesos cortos dispuestos en dos hileras transversales, cada una de 4 huesos **(Figura 1.10).**

- La **hilera superior** corresponde, de lateral a medial, el escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme **(mnemotecnia: "Escasemipirapisi").**
- La **hilera inferior** corresponde, de lateral a medial, trapecio, trapezoide, grande y ganchoso **(mnemotecnia: "Tratragranga").**

En la muñeca se encuentra una estructura denominada **túnel del carpo**, por la que pasan el nervio mediano, los tendones del flexor profundo y superficial de los dedos y el tendón del flexor largo del pulgar. La arteria cubital y el nervio cubital pasan sobre el retináculo flexor, por fuera del túnel del carpo.

1.6. Musculatura de la extremidad superior

El **hombro** es la articulación con mayor rango de movilidad del organismo, lo que hace que sea a su vez una de las más inestables y con mayor riesgo de luxación. Uno de los grupos musculares que aporta estabilidad a esta articulación es el **manguito de los rotadores** y está compuesto por cuatro músculos, que son: **subescapular, infraespinoso, redondo menor y supraespinoso (Figura 1.12).**

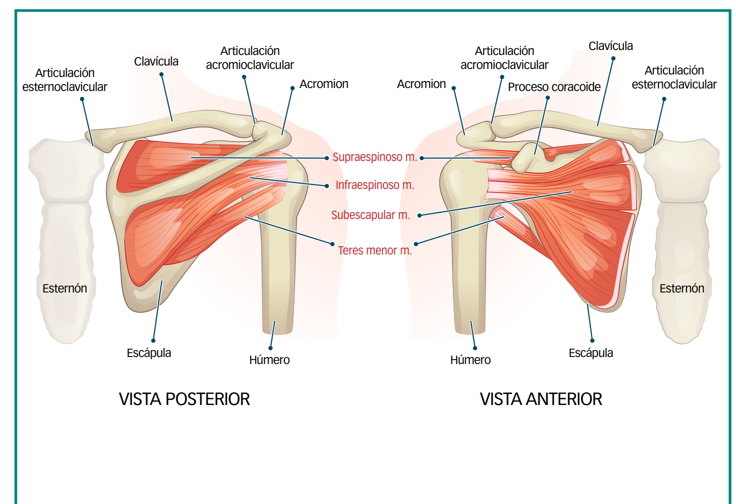


Figura 1.12. Manguito de los rotadores.

Todos son rotadores, a excepción del supraespinoso que es separador del brazo. **El redondo mayor no forma parte del manguito de los rotadores.** Los tendones de estos músculos atraviesan el espacio subacromial, que está comprendido entre la articulación glenohumeral inferiormente y la coracoacromial superiormente. A continuación, se muestra un resumen de las principales funciones de los músculos de la zona **(Tabla 1.1)** ◗ **MIR 23-24, 29**.

ROTACIÓN INTERNA	ROTACIÓN EXTERNA	ABDUCCIÓN O SEPARACIÓN	ADUCCIÓN O APROXIMACIÓN	ANTEVERSIÓN O ANTEPULSIÓN	RETROVERSIÓN O RETROPULSIÓN
Subescapular	Infraespinoso Redondo menor	Supraespinoso Deltoides	Pectoral mayor Redondo mayor Dorsal ancho	Pectoral mayor Deltoides	Redondo mayor Dorsal ancho Deltoides Musculatura de la escápula

Tabla 1.1. Funciones de la musculatura del hombro.

Los músculos del **brazo** están separados en un compartimento anterior (flexor) y otro posterior (extensor) mediante capas de fascia, huesos y ligamentos (Tabla 1.2).

FLEXORES	EXTENSORES
Braquial Bíceps braquial	Tríceps braquial

Tabla 1.2. Músculos de las regiones anterior y posterior del brazo.

El músculo **bíceps braquial** tiene en su parte proximal dos inserciones, la cabeza larga que se inserta en la parte superior de la cavidad glenoidea y la cabeza corta, que lo hace en la apófisis coracoides. Sus funciones principales son la flexión y la supinación del antebrazo (Figura 1.13).

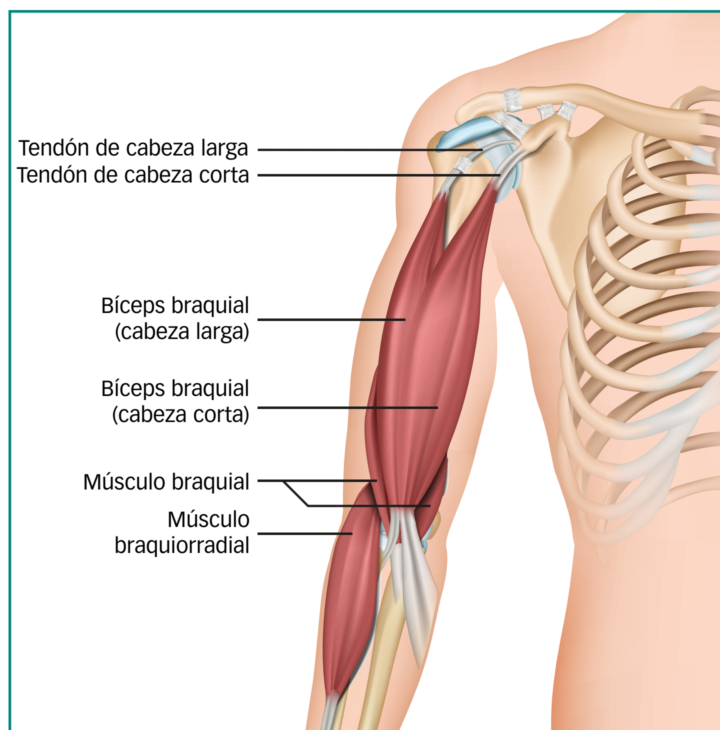


Figura 1.13. Músculos de la región anterior del brazo.

El músculo **tríceps braquial** se origina por tres vientres distintos: la cabeza larga se inserta en el tubérculo infraglenoideo de la escápula, el vasto externo en la cara posterior del húmero por encima del canal de torsión, y el vasto interno por debajo del canal de torsión. Sus tres vientres se unen en uno y descienden posteriormente para terminar en la cara posterior del olécranon del cúbito (Figura 1.14).

En el **antebrazo,** los compartimentos anterior y posterior se encuentran separados por un tabique intermuscular lateral, el radio, el cúbito y una membrana interósea que une las caras adyacentes del radio y del cúbito (Tabla 1.3).

La eminencia tenar está compuesta por los músculos oponente del pulgar, abductor del pulgar y flexor corto del pulgar. La eminencia hipotenar se compone de los músculos oponente del meñique, abductor del meñique y flexor corto del meñique.

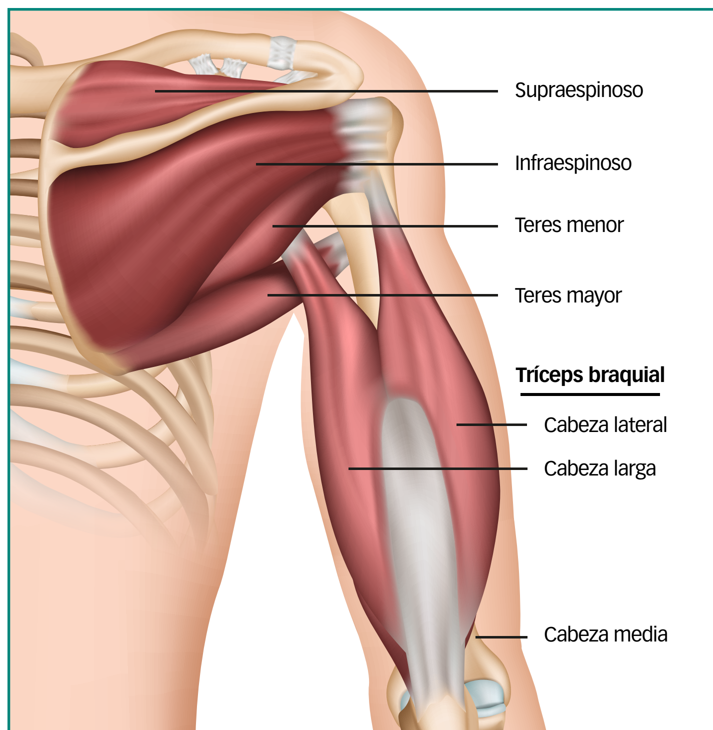


Figura 1.14. Músculos de la región posterior del brazo.

GRUPO ANTERIOR	GRUPO POSTERIOR	INSERCIÓN EPICÓNDILO	INSERCIÓN EPITRÓCLEA
Flexor profundo de los dedos Flexor superficial de los dedos Flexor largo del pulgar Pronador cuadrado Lumbricales	Extensores del pulgar Extensores del índice y meñique Extensor de los dedos Extensor cubital del carpo Abductor largo del pulgar	Supinador largo Supinador corto Extensor largo radial del carpo Extensor corto radial del carpo	Pronador redondo Palmar mayor Palmar menor Flexor cubital del carpo

Tabla 1.3. Musculatura del antebrazo y de la mano.

1.7. Musculatura de la pared abdominal

La musculatura de la pared abdominal ◗ MIR 16-17, 1 comprende distintas áreas.

La pared **anterior** del abdomen está formada por cuatro pares de músculos que se extienden desde la caja torácica a la pelvis. Tres de ellos son músculos planos (de superficial a profundo: oblicuo externo o mayor, oblicuo interno o menor y transverso del abdomen) que forman los flancos del abdomen, y el cuarto (recto del abdomen) tiene una disposición vertical y se encuentra en la cara anterior. Los músculos transverso y oblicuo interno tienen una inserción común mediante el tendón conjunto. La función principal de estos músculos es proteger las vísceras abdominales.

El músculo recto del abdomen es el principal músculo de la cara anterior del abdomen. La mayor parte del músculo está envuelto por las



aponeurosis de los tres músculos planos de los flancos, que se denomina **vaina de los rectos**. Las fibras de las aponeurosis que lo forman se entremezclan con las del otro lado y crean en la línea media la **línea alba**, que separan las dos porciones del músculo recto del abdomen.

A nivel del tercio inferior el músculo no está totalmente envuelto por la vaina, sino que las aponeurosis de los músculos planos pasan solo por delante y originan un "ojal" por el que pasa el músculo recto. Este ojal tiene forma semicircular y se llama **arco de Douglas o línea arcuata** y se encuentra en la línea imaginaria que existe entre el ombligo y la cresta ilíaca. Por debajo de este arco, la hoja dorsal (o posterior) de la vaina de los rectos solo está formada por la fascia *transversalis* y el peritoneo **(Figura 1.15, Figura 1.16).** A este nivel el músculo se va adelgazando hasta su inserción en el pubis, lo que, junto a la falta de refuerzo posterior, crea una zona débil de la pared por donde pueden aparecer hernias.

La pared **posterior** está formada por tres grupos musculares: anterior (cuadrado y psoas), medio (inserción posterior del transverso del abdomen) y posterior (músculos espinales, serrato menor posteroinferior, dorsal ancho y aponeurosis lumbar).

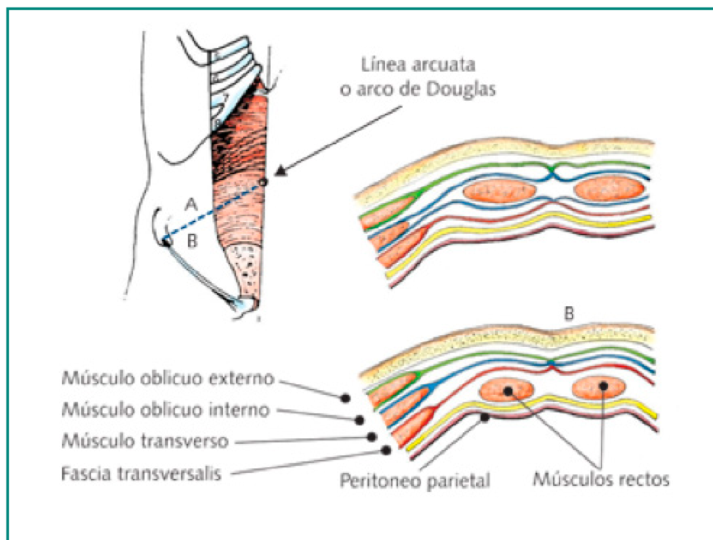


Figura 1.15. Pared abdominal anterolateral.

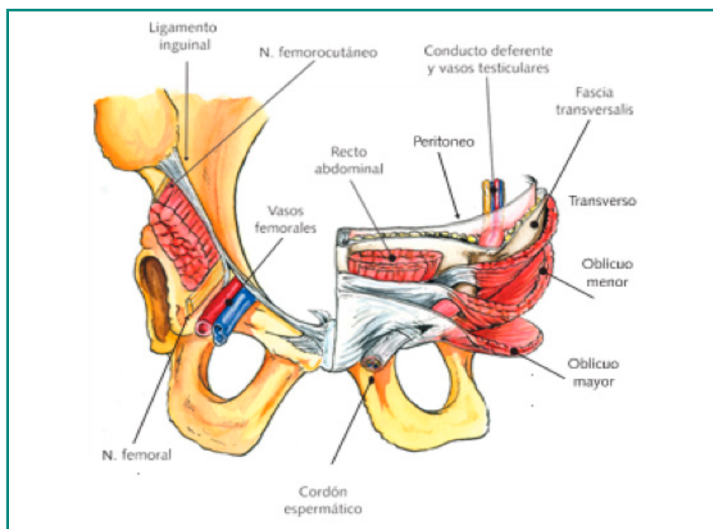


Figura 1.16. Inserciones de la musculatura abdominal anterior y elementos vasculonerviosos inguinales.

Los puntos débiles de la pared por donde pueden abrirse paso las hernias lumbares son dos:

- **Triángulo de Petit o trígono lumbar inferior.** Compuesto por el dorsal ancho, el oblicuo externo o mayor y la cresta ilíaca. El fondo de este triángulo está formado por el músculo oblicuo interno o menor.
- **Cuadrilátero de Grynfelt o trígono lumbar superior.** Limitado por el oblicuo menor, el serrato posteroinferior, el músculo iliocostal y la XII costilla. El fondo de este cuadrilátero está ocupado por el músculo transverso del abdomen.

1.8. Región inguinal

La región inguinal está limitada por el espacio que existe entre el tendón conjunto de los músculos planos del abdomen y el reborde óseo que se extiende desde la espina ilíaca anterosuperior hasta la sínfisis del pubis. Es una zona de importancia anatómica y clínica. **Anatómicamente:** ya que entran y salen estructuras de la cavidad abdominal. **Clínicamente** porque las vías de entrada y salida de esta región son zonas de posible herniación.

Está dividida en dos mitades por el **ligamento inguinal,** de Poupart o de Falopio (también llamado arco crural), que es un cordón fibroso que se origina en la cresta ilíaca anterosuperior y se inserta en la sínfisis púbica. Delimita por encima una región que permite la salida de estructuras que viajan hacia los genitales, por lo que recibe el nombre de región inguinoabdominal o conducto inguinal y por debajo un área por donde salen las estructuras en su trayecto hacia la extremidad inferior, que se denomina región inguinocrural.

El conducto inguinal es un paso oblicuo de unos 4 cm de largo, que va dirigido inferomedialmente a través de la porción inferior de la pared anterolateral del abdomen. Se sitúa paralelo y superior a la mitad medial del ligamento inguinal.

Las principales estructuras que ocupan el conducto inguinal son: **en el hombre:** el cordón espermático; **en la mujer:** el ligamento redondo del útero.

Aberturas del conducto inguinal:

- El **anillo inguinal profundo (interno o medial)** es la entrada al conducto inguinal. Se encuentra en situación superior a la mitad del ligamento inguinal y lateral a la arteria epigástrica inferior. Es el principio de una evaginación de la fascia *transversalis* que forma una abertura que recuerda "entrada a una cueva". A través de esta abertura pasan el conducto deferente extraperitoneal y los vasos testiculares en el hombre y el ligamento redondo del útero en la mujer, para entrar en el conducto inguinal **(Figura 1.17).**
- El **anillo inguinal superficial (externo o lateral)** es la salida por donde el cordón espermático en el hombre y el ligamento redondo del útero en la mujer emergen del conducto inguinal. Recordemos que el anillo inguinal superficial se encuentra constituido por los pilares externos, internos, posterior y las fibras arciformes del oblicuo mayor **(Figura 1.18).**

En relación con esta región anatómica encontramos el **triángulo de Scarpa:** la base está formada por el ligamento inguinal, el suelo está compuesto por varios músculos (iliopsoas, pectíneo, aductor largo). Su borde medial es el aductor largo. Su borde lateral es el músculo sartorio. Está atravesado, de medial a lateral, por la **vena femoral, arteria femoral y nervio femoral (mnemotecnia: "V-A-N como van").**

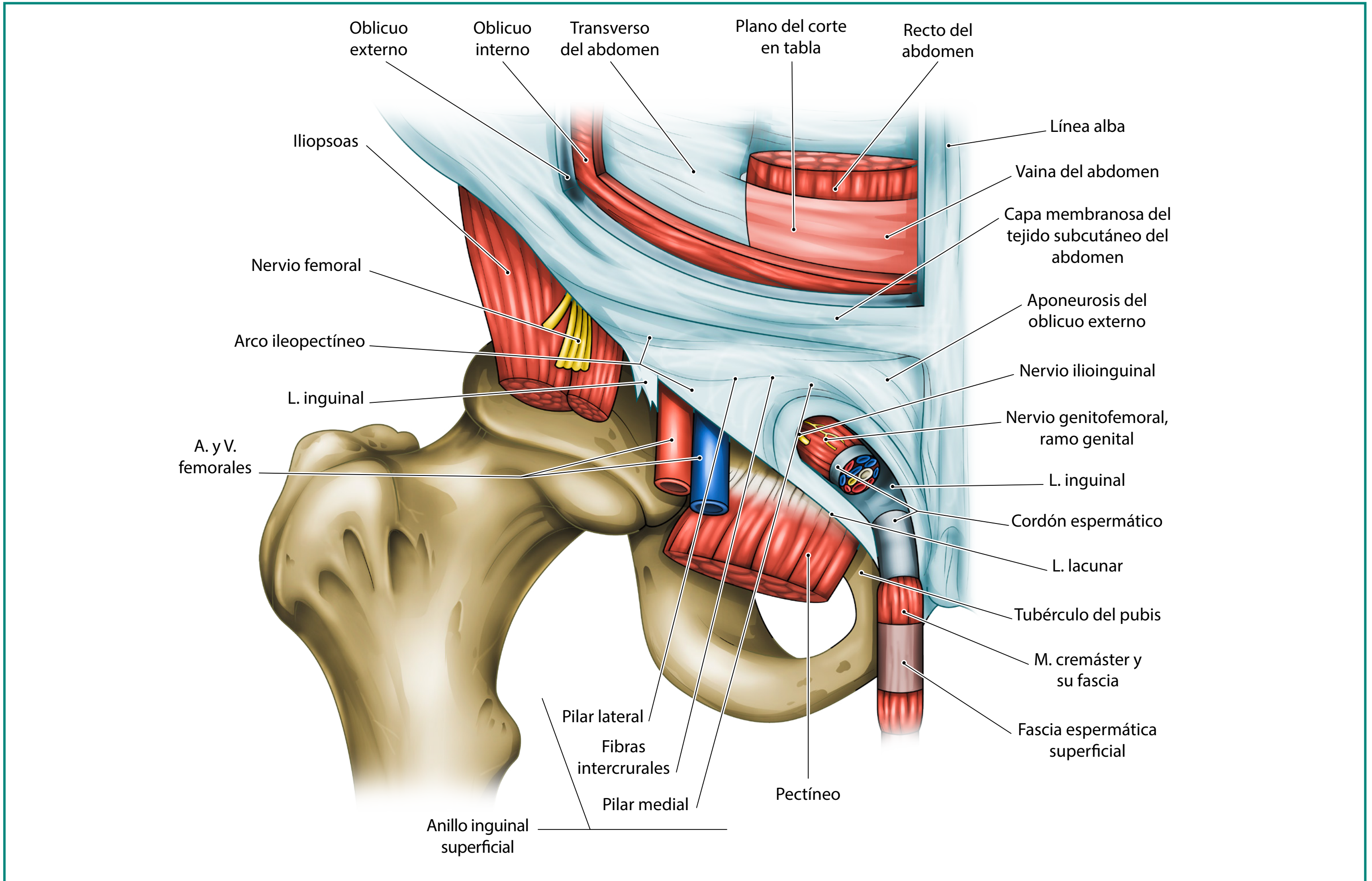


Figura 1.17. Anillo inguinal superficial.

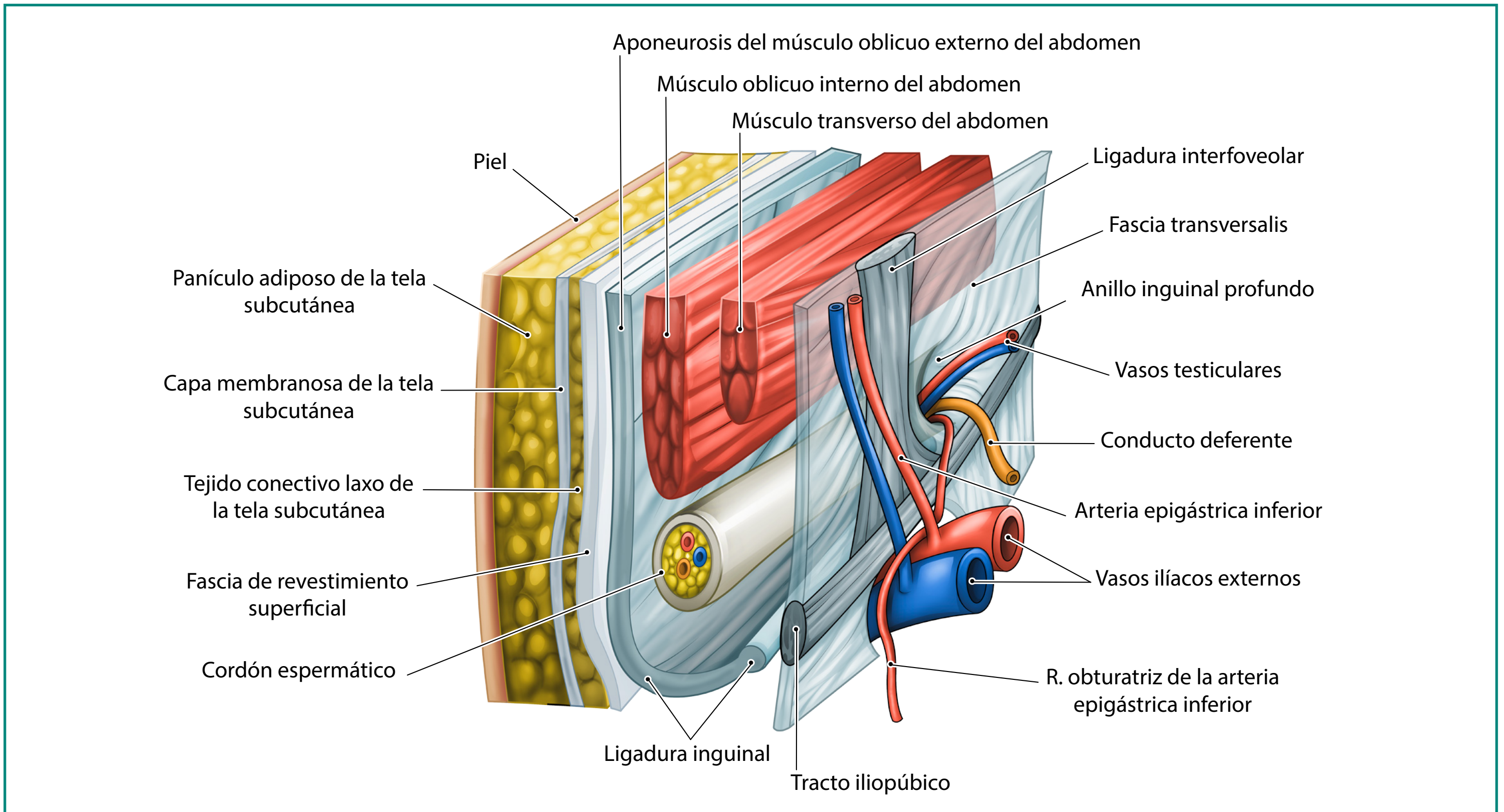
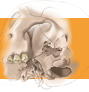


Figura 1.18. Anillo inguinal profundo y su relación con los vasos.



1.9. Huesos de la extremidad inferior

Los huesos de la región glútea y del muslo son la pelvis (hueso ilíaco, hueso sacro y coxis) y el fémur. La articulación entre ambos es la cadera.

El hueso ilíaco forma la cintura pélvica y se articula con el sacro y con el otro ilíaco a través de la sínfisis pubiana, presenta el acetábulo para la articulación coxofemoral y el agujero obturador. Está compuesto por el ilion, isquion y pubis.

La pelvis se divide en dos mediante la línea ileopectínea **(Figura 1.19):**

- **Pelvis mayor o falsa:** por encima de la línea, contiene vísceras intestinales y el útero durante el embarazo.
- **Pelvis menor o verdadera:** por debajo de la línea.

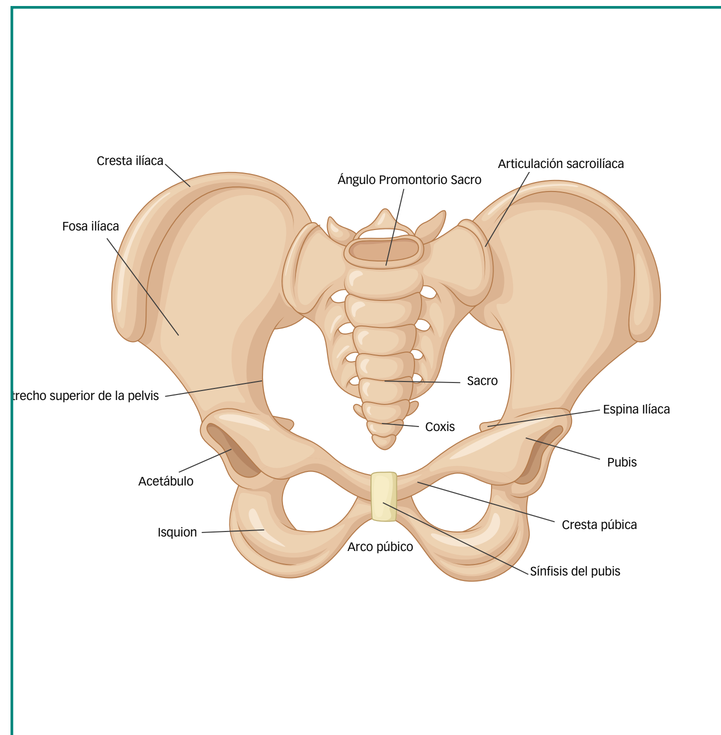


Figura 1.19. Pelvis ósea femenina donde se describe el íleon y el isquion.

Al igual que ocurre en los miembros superiores, los inferiores también están divididos en varios segmentos **(Figura 1.20):** muslo, pierna y pie. El fémur es el hueso del muslo. La tibia (medial) y el peroné (lateral) son los huesos de la pierna. La tibia y el peroné están unidos a lo largo de su longitud por una membrana interósea.

Las superficies distales de la tibia y del peroné forman juntas un profundo receso. La articulación del tobillo está formada por este receso y parte de uno de los huesos del tarso del pie (astrágalo), que se proyecta al interior del receso.

El pie está formado por 7 huesos tarsianos (astrágalo, calcáneo, escafoides, cuboides y las tres cuñas, numeradas desde adentro hacia afuera), 5 huesos metatarsianos y 14 falanges (tres para cada dedo, excepto el primero que tiene dos).

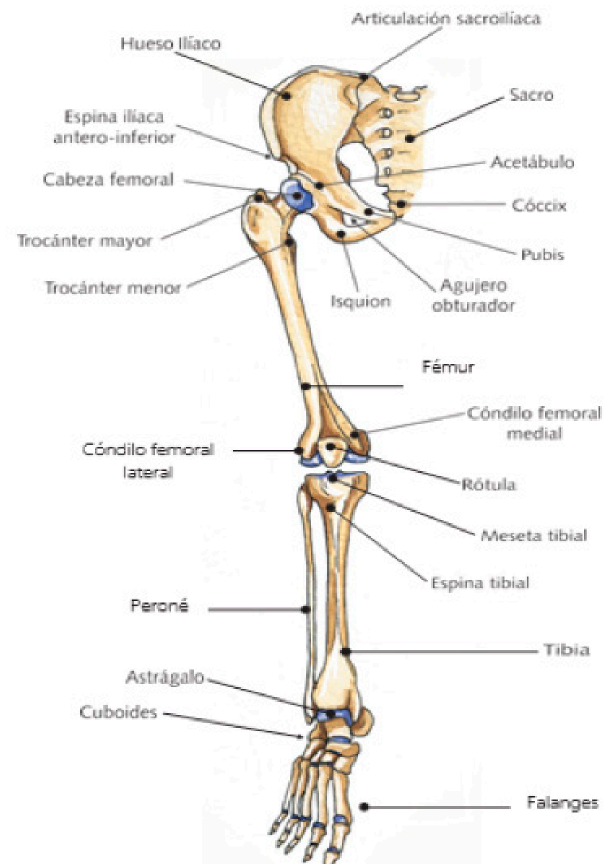


Figura 1.20. Huesos del miembro inferior.

1.10. Musculatura de la extremidad inferior

Los músculos de la región glútea constan sobre todo de extensores, rotadores y abductores de la articulación de la cadera **(Tabla 1.4).**

MÚSCULO	INERVACIÓN	ACCIÓN
Psoas-ilíaco	Femoral	Flexor y rotador externo
Piriforme	Nervio piriforme (plexo sacro)	Extensor y rotador externo con la cadera en flexión y participa en su separación
Obturador interno	Obturador	Extensor y rotador externo
Gémino superior	Obturador	Extensor y rotador externo
Gémino inferior	Nervio del cuadrado femoral (plexo sacro)	Extensor y rotador externo
Cuadro femoral	Nervio del cuadrado femoral (plexo sacro)	Aproximador y rotador externo
Glúteo mayor	Nervio glúteo inferior	Extensor y rotador externo
Glúteo medio	Nervio glúteo superior	Extensor y rotador interno
Glúteo menor	Nervio glúteo superior	Extensor y rotador interno
Tensor de la fascia lata	Nervio glúteo superior	Separador y flexor. Tensa la cintilla iliotibial

Tabla 1.4. Funciones de la musculatura de la región glútea.

Los principales músculos flexores de la cadera (iliopsoas: psoas mayor e ilíaco) no se originan en la región glútea ni en el muslo, sino que se insertan en la pared abdominal posterior y descienden a través del espacio que existe entre el ligamento inguinal y la pelvis para insertarse en el extremo proximal del fémur **(Figura 1.21)**.

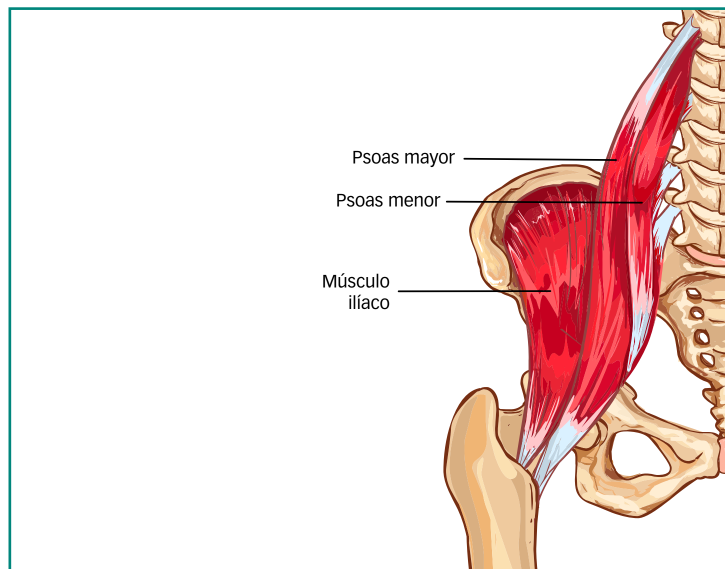


Figura 1.21. Músculos psoas mayor, menor e ilíaco.

El psoas-ilíaco (formado por psoas mayor e ilíaco) es el principal flexor del muslo y contribuye a la flexión del tronco, rotación externa de la cadera y nos permite levantar el tronco desde la posición de decúbito supino.

Dentro de los músculos del **muslo** **(Figura 1.22)**, destaca el **músculo cuádriceps**, que ocupa la región anterior del muslo. Está formado por el recto anterior y los vastos (intermedio, medial y lateral). Estos músculos constituyen un amplio tendón conjunto de inserción en la rótula llamado **tendón cuadricipital** y las fibras que continúan se insertan en la tuberosidad anterior de la tibia formando el **tendón rotuliano**. El cuádriceps es el principal extensor de la rodilla y el recto anterior, al originarse en la espina ilíaca anterosuperior, es además flexor de la cadera.

El **músculo sartorio** es el músculo más superficial del compartimento anterior del muslo y el más largo del organismo. Recibe este nombre porque es el que nos permite cruzar las piernas "como los sastres", al realizar movimientos de flexión, abducción y rotación lateral sobre la articulación de la cadera. Junto a los músculos grácil (o recto interno) y semitendinoso forma la **pata de ganso superficial.** Entre los planos superficial (inserción del sartorio) y profundo (inserción de grácil y semitendinoso) existe una bolsa serosa que recibe el nombre de bolsa anserina.

Bajo el músculo sartorio se encuentra el **conducto de los aductores o de Hunter**, que comunica la cara anterior del muslo con el hueco poplíteo, y está limitado por el vasto interno y los aproximadores mayor y largo. Por este espacio pasan la arteria femoral común (rama de la ilíaca externa) y vena femoral, así como el nervio femoral, por lo que se puede producir una grave hemorragia si estos son seccionados.

Dentro de los músculos estabilizadores de la rodilla, el **cruzado anterior** se inserta en la pared lateral de la fosa intercondílea del fémur. El **cruzado posterior** se inserta en la pared medial de la fosa intercondílea del fémur.

El compartimiento posterior de la **pierna** está compuesto por los músculos **plantar, soleo, gastrocnemios, poplíteo, flexor largo del dedo gordo, flexor largo de los dedos y tibial posterior**. El compartimiento anterior de la pierna está constituido por los músculos **tibial anterior, extensor largo de los dedos, extensor largo del dedo gordo y tercer peroneo**. El compartimento lateral de los músculos está compuesto por el peroneo largo y el peroneo corto.

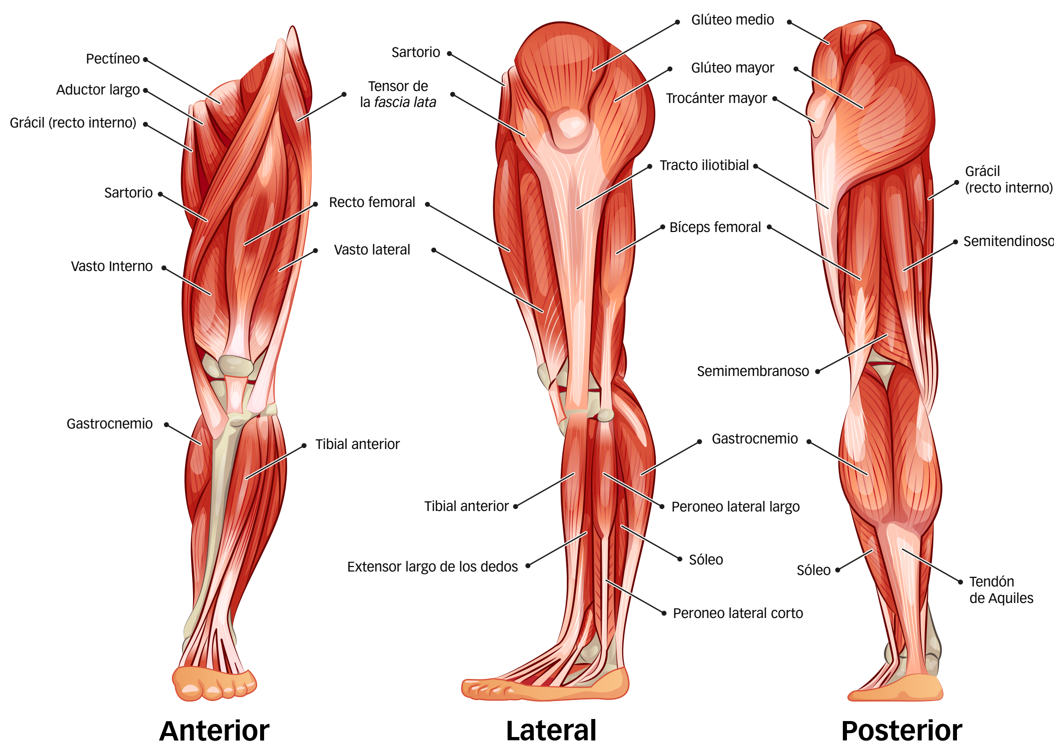
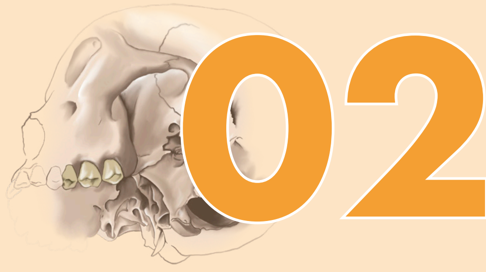


Figura 1.22. Músculos de la extremidad inferior.



02 Sistema nervioso

Orientación MIR

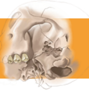
La neuroanatomía ha sido y es una de las partes más complicadas de la medicina. Las preguntas para el MIR, además, son escasas y difíciles. Este tema es más de compresión que de memoria, pero para ello se deben tener algunos conocimientos básicos que se explican a continuación. Haz un repaso rápido con los conceptos clave.

Preguntas MIR

- MIR 18-19, 37

Conceptos clave

- El sistema nervioso puede dividirse en sistema nervioso central (encéfalo y médula) y periférico (ganglios y nervios periféricos).
- El encéfalo lo podemos dividir en tres partes: cerebro, tronco del encéfalo y cerebelo.
- El cerebro está dividido en 6 lóbulos: 4 que son visibles al exterior (frontal, temporal, occipital y parietal) y dos internos (límbico e ínsula).
- En la corteza cerebral se encuentran las llamadas funciones superiores (leer, hablar, escribir).
- Tanto la ínsula como el lóbulo límbico se desarrollaron antes que el resto de los lóbulos en la evolución, por eso albergan funciones "animales" como el hambre, la memoria o la homeostasis.
- El área motora del lenguaje (Broca) se encuentra en la *pars opercularis* y triangular del lóbulo frontal izquierdo en la mayoría de las personas.
- El área motora sensitiva del lenguaje (Wernicke) se encuentra en giro temporal superior izquierdo en la mayoría de las personas.
- En el cerebro existen dos circulaciones cerebrales. El sistema anterior compuesto por las arterias carótidas interna y sus ramas (cerebral anterior, cerebral media, comunicante anterior y posterior) y el sistema posterior dependiente de las arterias vertebrales (arteria basilar, cerebral posterior, arteria cerebelosa posteroinferior, anteroinferior y cerebelosa superior).
- Los dos sistemas arteriales se anastomosan a nivel intracraneal y forman el Polígono de Willis.
- La principal vena de drenaje cerebral superficial es el seno longitudinal, que conecta con el sistema profundo en la tórcula y evacúa la sangre al seno transverso, de ahí al seno sigmoide y, por último, a la vena yugular interna.
- Existen 4 ventrículos cerebrales (2 laterales, tercer y cuarto ventrículo) conectados por forámenes: Monro (laterales con tercero), Acueducto de Silvio (tercero con cuarto), Magendie (medial, cuarto con cisterna magna), Luschka (laterales, cuarto con cisterna magna).
- El LCR se produce en los plexos coroides y se reabsorbe en las granulaciones aracnoideas.
- Los ganglios de la base (caudado, putamen y globo pálido) son estructuras de sustancia gris que forman la parte profunda del telencéfalo y en general su principal función es la regulación del movimiento del lado contralateral del cuerpo.
- El tálamo es el principal núcleo sensitivo del cuerpo.
- El hipotálamo tiene como principal función regular las funciones vitales y la homeostasis.
- El sistema límbico está formado por la amígdala (emociones) y el hipocampo (memoria).
- En el tronco del encéfalo residen las funciones vitales y los pares craneales.



2.1. Clasificación del sistema nervioso

El sistema nervioso (SN) puede dividirse en **sistema nervioso central** (SNC) y **sistema nervioso periférico** (SNP).

El SNC abarca todo el tejido nervioso que está protegido por el "estuche óseo": el **encéfalo** y la **médula**. El encéfalo es la parte del SNC contenida dentro del cráneo, que está a su vez formado por el cerebro, el tronco del encéfalo y el cerebelo.

El SNP está constituido a su vez por todas las estructuras nerviosas fuera del mencionado "estuche óseo" (exceptuando lo expresado al final del párrafo). Está formado por los **nervios o pares craneales, nervios espinales y sus ramificaciones y los ganglios**. Las raíces y nervios pueden tener un trayecto dentro del canal medular antes de salir del mismo, a pesar de esto las consideraremos SNP.

Recuerda

- La cresta neural da origen a: ganglios preaórticos, del tronco simpático y raquídeos; cubiertas oculares; cartílago de las áreas faríngeas; melanocitos; células de la glía; médula adrenal; células secretoras de calcitonina y ganglios intramurales.

2.2. Cráneo

El neurocráneo **(Figura 2.1)** está formado por 8 huesos: 4 impares centrados en la línea media (frontal, etmoides, esfenoides y occipital) y 2 series de pares bilaterales (temporal y parietal). Dentro del neurocráneo podemos distinguir dos partes; una parte superior llamada bóveda o calota que se asienta sobre otra inferior que se denomina base (base del cráneo). El cráneo da lugar a dos cavidades separadas por la hoz del tentorio. La porción supratentorial y la porción infratentorial.

Recuerda

- La parte infratentorial también se conoce como fosa posterior.

Al nacimiento, los huesos no están fusionados totalmente, ni osificados, lo que da lugar a espacios interóseos cubiertos por tejido fibroso (fontanelas) **(Figura 2.2)**.

Algunos huesos faciales se encuentran llenos de aire (neumatizados) y originan los senos paranasales **(Figura 2.3)**.

En el meato nasal inferior drena el conducto nasolacrimal. En el meato nasal medio drena el seno frontal, las celdas etmoidales anteriores y el seno maxilar. En el meato superior drenan las celdas etmoidales posteriores y el seno esfenoidal.

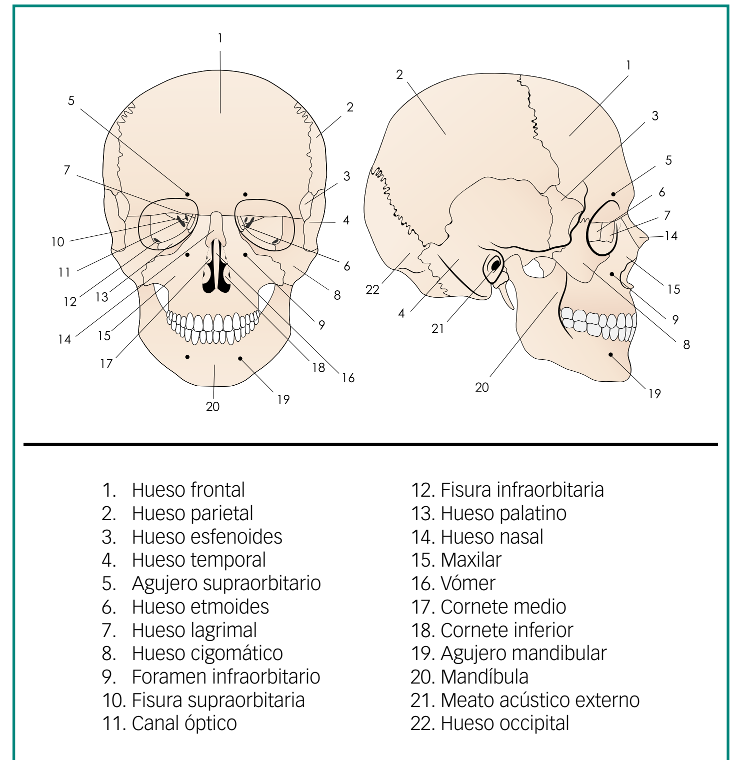


Figura 2.1. Modelo de cráneo humano.

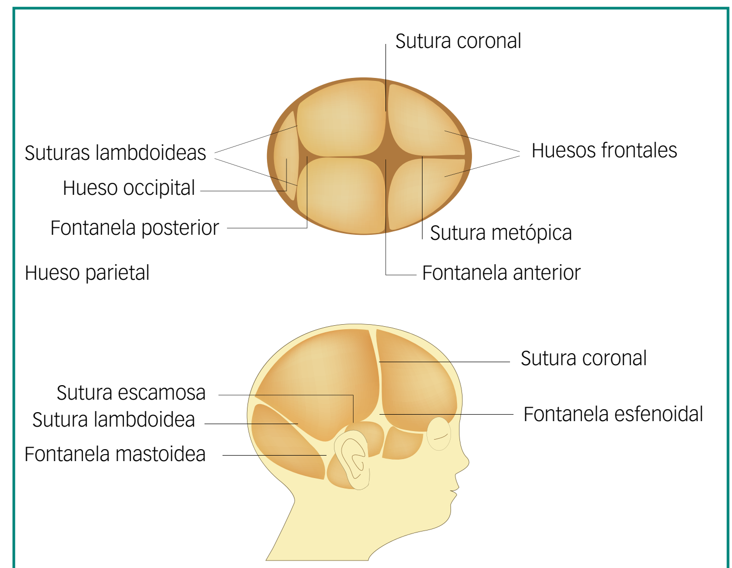


Figura 2.2. Suturas y fontanelas.

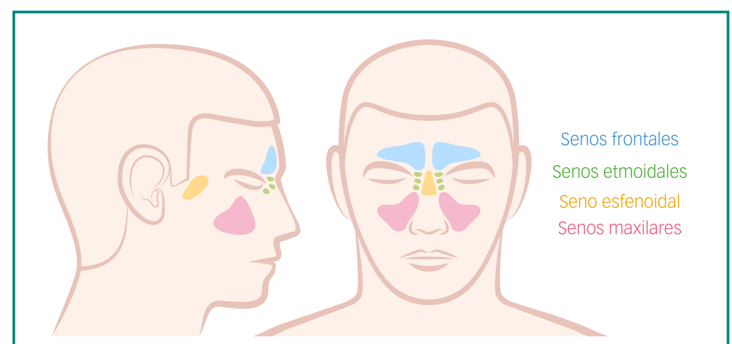


Figura 2.3. Senos paranasales.

2.3. Cerebro

El encéfalo lo podemos dividir en tres partes: cerebro, tronco del encéfalo y cerebelo.

Para entender un poco las funciones del cerebro tenemos que hablar de filogenética. Únicamente debes saber que lo primero que se desarrolló en la evolución, el sistema nervioso más básico, fue el tronco del encéfalo; por ello en el tronco del encéfalo residen las funciones vitales (lo básico para vivir). La siguiente estructura en desarrollarse fue la parte profunda del cerebro o diencéfalo y los lóbulos cerebrales profundos, la ínsula y el lóbulo límbico, por lo que en estas estructuras encontramos el siguiente nivel evolutivo: las emociones, el hambre, el sueño, la sed, el miedo y también la memoria. Por último, tenemos el cerebro superficial o telencéfalo, la parte más evolucionada y en la que nos vamos a centrar. El cerebro controla las funciones superiores (hablar, leer y escribir, entre otras).

En el **telencéfalo** se pueden distinguir dos partes: una superficial y otra profunda. La profunda aloja los ganglios de la base. La parte superficial consta de: área cortical o corteza, que contiene la **sustancia gris** (recuerda sustancia gris = somas de neuronas) y área subcortical compuesta por la **sustancia blanca** (recuerda sustancia blanca = axones, transporte de información).

Cisuras

Cuando los surcos son profundos y largos se denominan cisuras o fisuras:

- **Cisura longitudinal o interhemisférica:** divide al cerebro en dos estructuras llamadas hemisferios. Los dos hemisferios no son idénticos, existen funciones que solo están representadas en uno de ellos, como el habla que en la mayoría de las personas se ubica en el hemisferio izquierdo. Para la buena integración de todas las funciones es vital la conexión de ambos hemisferios, que se produce mediante una estructura de sustancia blanca en la profundidad de esta cisura denominado cuerpo calloso.
- **Cisura de Rolando o central:** separa el lóbulo frontal del lóbulo parietal y es un punto de referencia muy importante porque el giro inmediatamente anterior a él es **giro precentral**, el giro que lleva la información motora de todo el hemicuerpo contralateral al hemisferio. Y el giro posterior a él, es el **giro poscentral** que conduce la información sensitiva de todo el hemicuerpo contralateral al hemisferio.
- **Cisura de Silvio o lateral:** separa el lóbulo frontal y parietal del lóbulo temporal. En la profundidad de la cisura de Silvio encontramos un lóbulo oculto, la ínsula **(Figura 2.4).**

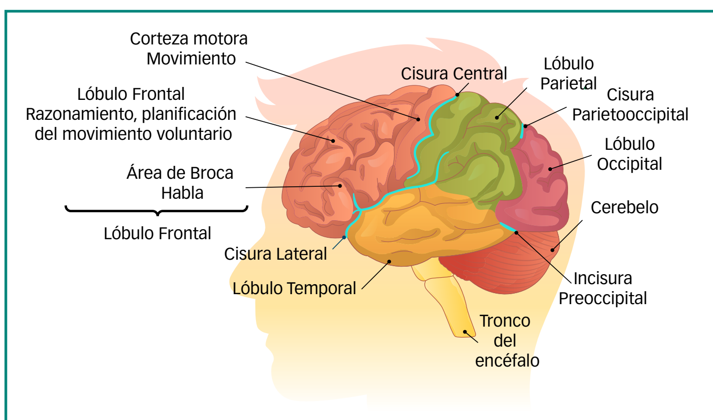


Figura 2.4. Cisuras y lóbulos.

Lóbulos

En su parte externa, el cerebro está diferenciado en 6 lóbulos, 4 que son visibles desde el exterior, y dos internos, uno que se encuentra en la profundidad de la cisura de Silvio, la ínsula, y otro que es solo visible desde la cara medial de ambos hemisferios, el lóbulo límbico **(Tabla 2.1).**

LÓBULO	FUNCIÓN
Lóbulo frontal	Personalidad (área prefrontal), motora (giro precentral), conjugación mirada Izquierdo: área motora del lenguaje (Broca) en *pars opercularis* y *triangularis* izquierdas
Lóbulo parietal	Estímulos sensitivos Parietal inferior izquierdo: integración del lenguaje, cálculo, visión y escritura
Lóbulo temporal	Integración de los estímulos y audición Izquierdo: área sensitiva del lenguaje (Wernicke) en giro temporal superior
Lóbulo occipital	Visual
Lóbulo limbico	Comportamiento, emociones y memoria involuntaria
Lóbulo de la ínsula	Regulación de la homeostasis, emociones, control motor y social

Tabla 2.1. Lóbulos y sus funciones.

Recuerda

- Aunque son parte del telencéfalo la ínsula y el lóbulo límbico los vamos a considerar más próximos al diencéfalo.

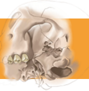
Tanto el lóbulo de la ínsula como el lóbulo límbico se desarrollaron antes y se consideran filogenéticamente más relacionados con el diencéfalo que con el resto de los lóbulos, por eso albergan funciones "animales" como el hambre, la memoria o la homeostasis.

Recuerda

- En la mayoría de las personas el hemisferio dominante para el lenguaje es el izquierdo.
- Broca se encuentra en el lóbulo frontal izquierdo y Wernicke en el temporal izquierdo.

Sistema arterial

El cerebro es una estructura tremendamente importante y, por tanto, se debe garantizar un buen suministro sanguíneo. Para solucionar esta situación el cerebro cuenta con dos sistemas arteriales independientes que se anastomosan a nivel intracraneal y dan lugar a una compleja red de vasos con estructura poligonal (polígono de Willis) de modo que, si uno de los vasos se obstruye, otro vaso es capaz de llevar sangre a dicho territorio.



Sistema anterior o carotídeo

Tiene origen en la carótida interna:

- Arteria cerebral anterior.
- Arteria cerebral media.
- Arteria coroidea anterior.
- Arteria comunicante anterior (rama de la cerebral anterior).
- Arteria comunicante posterior.

El sistema carotídeo es el más importante y el que más sangre lleva al cerebro. Las ramas derivadas del sistema carotídeo constituyen la llamada **circulación anterior.**

Sistema posterior o vertebral

Las arterias vertebrales se originan de las arterias subclavias y ascienden por los forámenes vertebrales de las vértebras cervicales (**Figura 2.5**). Son ramas del sistema posterior las siguientes:

- Arteria cerebelosa posteroinferior (PICA por sus iniciales en inglés).
- Arteria basilar: que apoya en la protuberancia.
- Arteria cerebelosa anteroinferior (AICA por sus iniciales en inglés).
- Arteria cerebelosa superior.
- Arteria cerebral posterior.

Recuerda

- Las arterias comunicantes posteriores pertenecen al sistema anterior.

Sistema venoso

En el cerebro el sistema venoso es tanto o más importante que el arterial pues su obstrucción conlleva un aumento de la presión a nivel capilar y la posibilidad de un infarto venoso. Existe un sistema superficial y otro profundo. El superficial está compuesto por las venas hemisféricas que drenan sobre todo el seno longitudinal y el seno transverso.

Las venas puente son venas hemisféricas que se ubican entre el parénquima cerebral y el seno venoso, como "un puente" entre esas estructuras. Son las que se rompen en los hematomas subdurales. El seno longitudinal recibe la sangre que después drena a la tórcula o confluencia de los senos, de ahí pasa a los senos transversos donde se junta con la sangre del sistema profundo para luego formar el seno sigmoide y después la vena yugular interna (**Figura 2.6**).

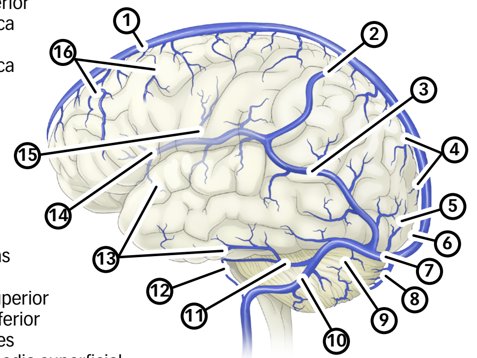


Figura 2.6. Sistema venoso cerebral.

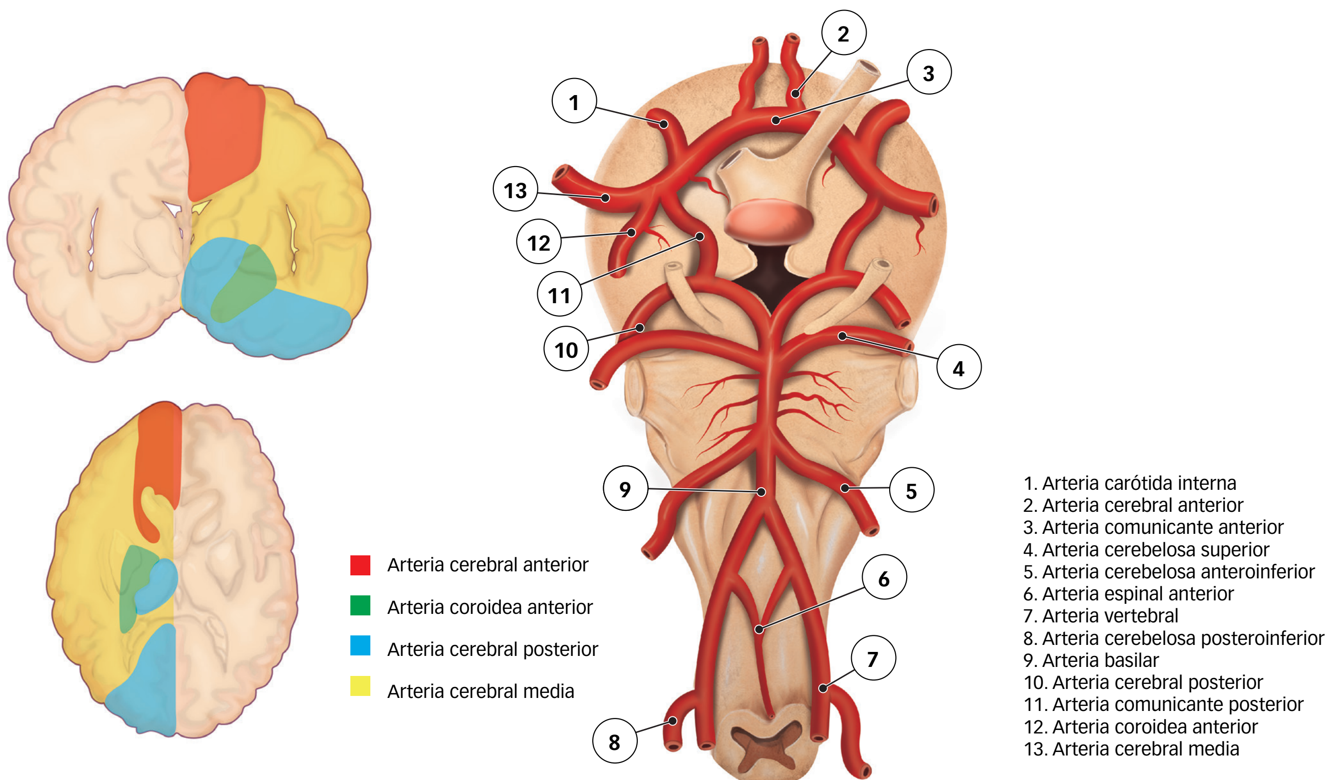


Figura 2.5. Territorios cerebrales vasculares: se puede ver cómo el sistema anterior y posterior se anastomosan para formar la estructura conocida con el nombre de polígono de Willis.

2.4. Sistema ventricular

El encéfalo no es macizo, tiene una parte hueca: los ventrículos. Los ventrículos son cavidades rellenas de líquido cefalorraquídeo (LCR), un ultrafiltrado del plasma con funciones como ayudar a la homeostasis cerebral, proteger al cerebro del trauma y limpiar las sustancias de desecho. Podemos diferenciar cuatro ventrículos cerebrales **(Figura 2.7)** y **(Tabla 2.2):**

Dos ventrículos laterales	Foramen de Monro: ambos ventrículos tienen un foramen que conecta a cada uno con el tercer ventrículo
Tercer ventrículo	Conecta mediante el acueducto de Silvio con el cuarto ventrículo
Cuarto ventrículo	Conecta con el espacio subaracnoideo mediante los agujeros de Luschka (laterales) y Magendie (mediales)

Tabla 2.2. Ventrículos cerebrales.

Circulación del líquido cefalorraquídeo

El LCR es producido a nivel de los plexos coroideos. Los plexos coroideos son estructuras que ultrafiltran la sangre. Se encuentran dentro de los ventrículos, principalmente en los ventrículos laterales. De dichos ventrículos el LCR pasa al tercer ventrículo y de ahí al cuarto ventrículo desde donde sale a las cisternas de la base, la más importante por su tamaño es la cisterna magna.

Una vez en las cisternas fluye por todo el compartimento subaracnoideo y baña la médula y el resto de la superficie del encéfalo para ser finalmente reabsorbido a nivel de las granulaciones aracnoideas. Las granulaciones aracnoideas son estructuras que se introducen en los senos venosos, sobre todo el sagital, y devuelven el LCR a la circulación sanguínea.

2.5. Ganglios de la base y estructuras profundas del encéfalo

Ganglios de la base

Los ganglios de la base son estructuras de sustancia gris que forman la parte profunda del telencéfalo y en general su principal función es la regulación del movimiento del lado contralateral del cuerpo. Podemos dividir los ganglios de la base en las siguientes estructuras **(Figura 2.8):**

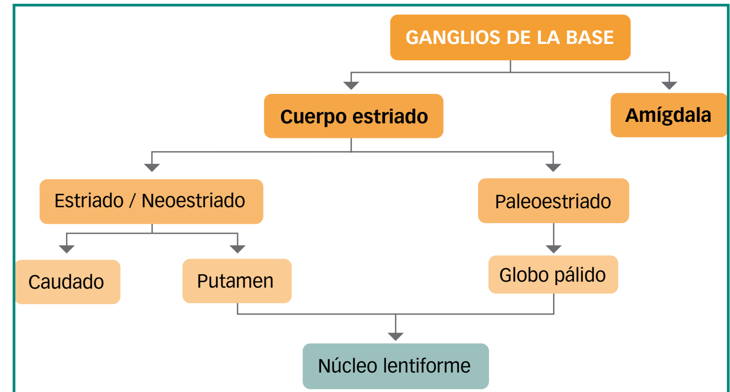


Figura 2.8. Ganglios de la base.

Recuerda

- La cápsula interna es un tracto de sustancia blanca que se encuentra entre los ganglios de la base, la principal función de estos es regular el movimiento por lo que tiene sentido que por el brazo posterior de la cápsula interna bajen las fibras corticoespinales del haz piramidal.

1. Foramen interventricular
2. Adhesión intertalámica
3. Fórnix
4. Posición central, ventrículo lateral
5. Receso suprapineal
6. Receso pineal
7. Cuerpo pineal
8. Acueducto del mesencéfalo (cerebral)
9. Trígono colateral
10. Asta occipital (posterior), ventrículo lateral primero
11. Orificio medio del cuarto ventrículo
12. Conducto central
13. Receso lateral que acaba en el orificio lateral del cuarto ventrículo
14. Cuarto ventrículo
15. Asta temporal (inferior), ventrículo lateral primero
16. Hipófisis (glándula pituitaria)
17. Receso infundibular
18. Quiasma óptico
19. Receso supraóptico
20. Asta frontal (anterior), ventrículo lateral primero
21. Cuerpo calloso
22. Tercer ventrículo

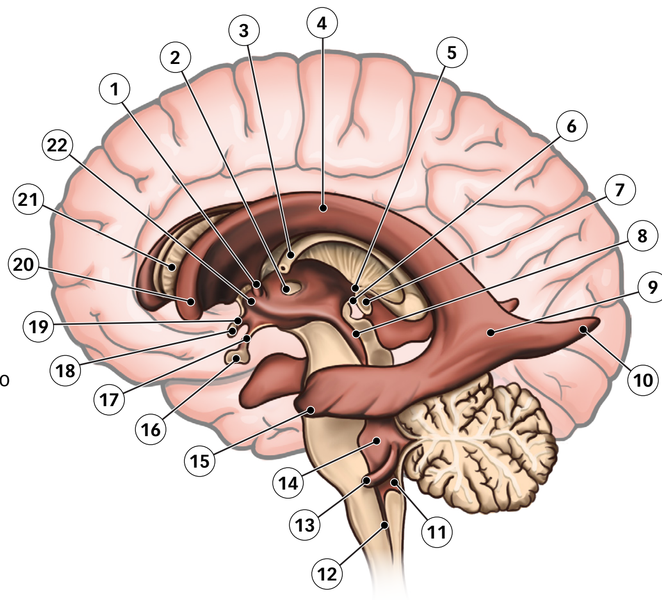
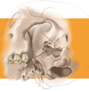


Figura 2.7. Sistema ventricular.



Tálamo

El tálamo es el principal núcleo sensitivo del cuerpo, todas las sensibilidades pasarán por él antes de ir a la corteza. Existen dos núcleos que debes recordar:
- Núcleo geniculado lateral: información visual (mnemotecnia: "Lateral-Luz").
- Núcleo geniculado medial: información auditiva (mnemotecnia: "Medial-Música").

Hipotálamo

El hipotálamo tiene como principal función regular las funciones vitales y la homeostasis. Es una estructura muy importante que controla una parte "animal" de nuestro comportamiento, como el apetito o la sed (recuerda hipotálamo, hipopótamo). Por ello, está muy relacionada con el sistema límbico (memoria) y la corteza cerebral.

Sistema límbico

El sistema límbico es el encargado de las emociones y la memoria. Se encuentra íntimamente relacionado con el hipotálamo, esto explica por qué las emociones y comportamientos están basadas en cambios en el medio interno (un ejemplo sería tener hambre y buscar comida) y cómo estas alteran también el medio interno (tener miedo sube la frecuencia cardíaca). El sistema límbico está formado por la amígdala y el hipocampo (Tabla 2.3).

Amígdala	La amígdala se encuentra en la parte medial del lóbulo temporal. Su principal función es regular el comportamiento y el miedo
Hipocampo	El hipocampo es una compleja estructura responsable de la memoria. (Mnemotecnia: "Hipocampus Universitario")

Tabla 2.3. Amígdala e hipocampo.

2.6. Tronco del encéfalo

El tronco del encéfalo está formado por tres estructuras de craneal a caudal: el mesencéfalo, la protuberancia o puente y el bulbo raquídeo.

El tronco es la formación más "primitiva" del SNC. En él vamos a encontrar los núcleos de los pares craneales y funciones importantes, incluido el control del nivel de conciencia, la percepción del dolor y la regulación de las funciones cardiovascular y respiratoria, el movimiento, la postura y el tono muscular.

Mesencéfalo

Contiene las siguientes estructuras:
- Los núcleos del III y el IV par craneal.
- El núcleo rojo y la sustancia negra, implicadas en el movimiento.
- Los núcleos pretectales y el núcleo de Edinger-Westphal, implicados en el reflejo fotomotor.
- El acueducto de Silvio.

Protuberancia

Alberga en su interior:
- El núcleo motor del V par craneal.
- El núcleo del VI y VII par (el núcleo sensitivo del V par se extiende por toda la longitud del tronco e incluso los primeros segmentos medulares).

Para el MIR diremos que el VII y el VIII par están en la protuberancia.

Bulbo raquídeo

En el bulbo se encuentran:
- El núcleo del hipogloso.
- El núcleo motor del vago.
- El área postrema (una zona sin barrera hematoencefálica responsable del vómito).
- Los núcleos vestibulares y cocleares del VIII par (que luego saldrá por la protuberancia).
- El núcleo ambiguo (que da inervación motora al IX, X, XI y XII par).
- El tracto solitario.

Recuerda

- El núcleo del tracto solitario es el núcleo sensitivo de la "garganta" y recibe información del VII, IX y X, mientras que el núcleo del V es el núcleo sensitivo de la cara y la cabeza.

2.7. Trayecto y terminación de los pares craneales

Hay 12 pares de nervios craneales, para saber su origen vamos a usar una sencilla regla:

2-2-4-4

Esto quiere decir que los 2 primeros pares craneales no se originan del tronco del encéfalo, sino en el encéfalo. Los 2 siguientes tienen como origen o terminación el mesencéfalo; los 4 siguientes, en la protuberancia; y los 4 siguientes, en el bulbo.

Los pares craneales son los siguientes:
- **I par / olfatorio.**
- **II par / óptico.**

El ojo está recubierto en su mitad posterior por una capa fotosensible, la retina que recoge la luz que luego se procesará como imágenes en el cerebro. Es una esfera recubierta casi a la mitad por retina. Esta retina se divide en dos mitades:
- Una **hemirretina nasal** (la que está cerca de la nariz, también podríamos llamarla medial).
- Una **hemirretina temporal** (próxima al hueso temporal, también se denomina lateral).

Se podría pensar que la hemirretina nasal ve lo medial y la hemirretina temporal lo lateral; pero no es así, pues el ojo es una esfera. Si yo quiero alumbrar con un foco la hemirretina nasal, tendré que situarme al lado contrario, así estaré completamente enfrente y podré alumbrar bien toda esa hemirretina. Por tanto, la luz que recoge la hemirretina nasal es máxima del hemicampo temporal (el lateral) y la luz que recoge la hemirretina temporal es máxima en el hemicampo nasal (medial).

Los axones de las células ganglionares retinianas se ensamblan en el disco óptico y pasan a denominarse **nervio óptico**, que entra en la cavidad craneal a través del canal óptico.

Los dos nervios ópticos convergen formando el **quiasma óptico** en la base del cerebro. En el quiasma, los axones derivados de las hemirretinas nasales se decusan y pasan al lado contralateral, mientras que los de las hemirretinas temporales permanecen ipsilaterales. A partir de aquí denominaremos al nervio, **tracto óptico**.

Los tractos ópticos se separan del quiasma y pasan alrededor del pedúnculo cerebral para terminar en el **núcleo geniculado lateral** (dentro del cuerpo geniculado lateral) del tálamo (Mnemotecnia: "Lateral-Luz"). Un pequeño número de fibras salen del tracto óptico, antes de llegar al núcleo geniculado lateral, para terminar en el área pretectal y en el colículo superior. Estas fibras están involucradas en el **reflejo pupilar**.

Desde el núcleo geniculado lateral, las fibras se proyectan formando las **radiaciones ópticas** que podemos clasificar en temporales y parietales. Las radiaciones llevan información de la hemirretina temporal ipsilateral y de la nasal contralateral, cuando se reparten entre **radiaciones temporales o inferiores** y **radiaciones parietales o superiores**.

La información se reparte de modo que la parte superior de las hemirretinas la llevará el lóbulo parietal (y su lesión producirá, por tanto, alteración en la visión de objetos en los campos inferiores) y la de la parte inferior de las hemirretinas la transportará el temporal (y su lesión producirá alteración en la visión de objetos en los campos superiores). Las radiaciones terminan en la **corteza visual primaria del lóbulo occipital** **(Figura 2.9).**

Los doce pares craneales se describen a continuación:

- **III par / oculomotor.** El nervio oculomotor inerva los músculos extraoculares responsables de mover el ojo, excepto el oblicuo superior y el recto lateral, e inerva el elevador del párpado. También contiene neuronas preganglionares parasimpáticas que controlan el músculo liso dentro del ojo y producen miosis.
  Las neuronas parasimpáticas preganglionares surgen del núcleo de Edinger-Westphal.
- **IV par / patético / troclear.** El nervio troclear es un delgado y frágil (con frecuencia se daña en traumatismos) nervio que solo contiene neuronas motoras que inervan el oblicuo superior derecho. Es el único nervio que sale posterior y es cruzado.
- **V par / trigémino.** El nervio trigémino tiene tanto componente motor como sensitivo. Es el principal nervio sensorial de la cabeza e inerva también los músculos de la masticación. Consta de 3 ramas que inervan los diferentes segmentos de la cara:
  - V1 oftálmico.
  - V2 maxilar.
  - V3 mandibular
- **VI par / *abducens*.** El nervio *abducens* inerva el recto lateral.
- **VII par / facial.** El nervio facial posee componente sensitivo, motor y parasimpático. Las fibras sensoriales del nervio facial suministran la sensación gustativa de los dos tercios anteriores de la lengua, el suelo de la boca y el paladar, y la sensibilidad de parte del oído externo.
  Las fibras motoras inervan los músculos de la expresión facial, el platisma, el estilohioideo, el vientre posterior del digástrico y el músculo estapedio del oído medio.

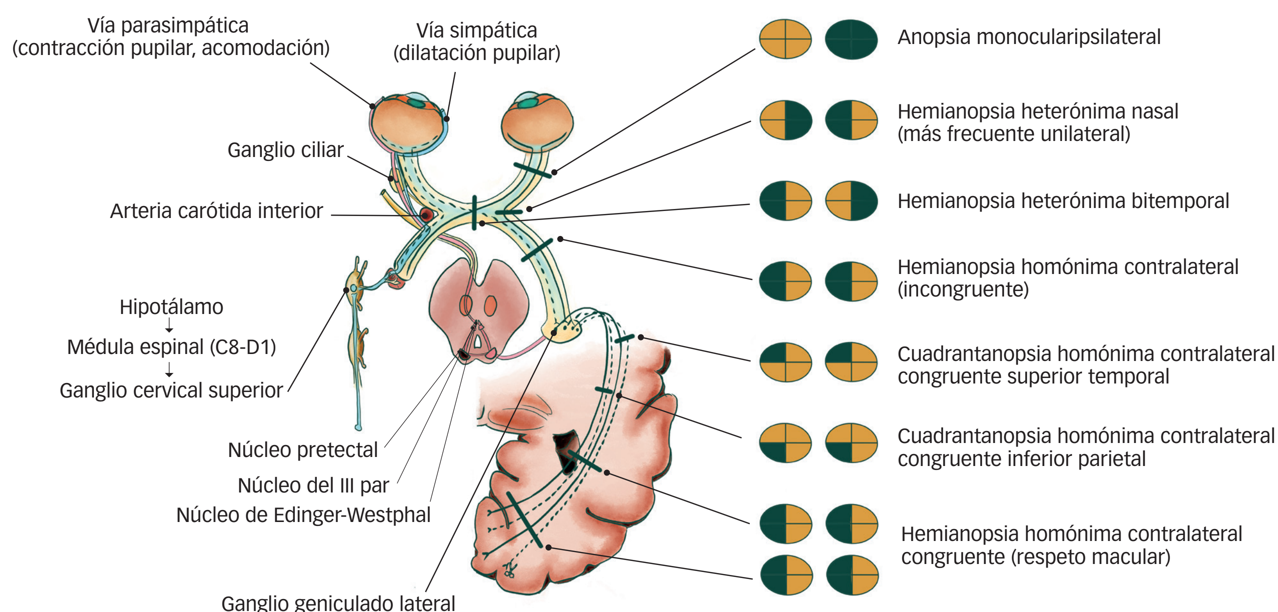


Figura 2.9. Sistema visual.



Un dato importante es que las neuronas motoras que suministran información a los músculos de la parte superior de la cara (frontal y orbicular de los ojos) lo hacen de forma bilateral.

Las que controlan los músculos de la parte inferior de la cara son unilaterales y cruzadas. Esto es importante para diferenciar la parálisis facial central (supranuclear) o periférica (infranuclear).

Las fibras parasimpáticas llevan información a las glándulas salivares submandibulares, sublinguales, nasales, oculares y lacrimales.

- **VIII par / vestíbulo coclear.** El nervio vestibulococlear es un nervio sensorial que transmite impulsos del oído interno. Tiene dos componentes: el nervio vestibular, que lleva la información relacionada con la posición y el movimiento de la cabeza, y el nervio coclear, que conduce información auditiva. Está muy relacionado anatómicamente con el nervio facial, pues ambos se encuentran dentro del conducto auditivo interno.
- **IX par / glosofaríngeo.** El nervio glosofaríngeo es principalmente un nervio sensorial, aunque también contiene fibras parasimpáticas preganglionares y unas pocas fibras motoras que inervan el velo del paladar. Da sensibilidad a:
  - Receptores para la sensación general en la faringe, el tercio posterior de la lengua, la trompa de Eustaquio y el oído medio.
  - Las papilas gustativas de la faringe y el tercio posterior de la lengua.
  - Quimiorreceptores en el cuerpo carotídeo y baroreceptores en el seno carotídeo (viscerales).
- **X par / vago o neumogástrico.** El vago contiene fibras sensitivas, motoras y parasimpáticas. Inervan los músculos de la deglución, lleva la sensibilidad general en la faringe, la laringe, el esófago, la membrana timpánica, el meato auditivo externo y parte de la concha del oído externo e inerva quimiorreceptores en los cuerpos aórticos y baroreceptores en el arco aórtico, así como participa en el control de los sistemascardiovascular, respiratorio y gastrointestinal.
- **XI par / espinal o accesorio.** El nervio accesorio es puramente motor, inerva el esternocleidomastoideo y el trapecio.
- **XII par / hipogloso.** El nervio hipogloso es puramente motor. Inerva tanto los músculos extrínsecos como los intrínsecos de la lengua y, por lo tanto, mueve la lengua como además de servir para cambiar su forma.

Recuerda

- Los dos tercios anteriores del gusto en la legua son inervados por el facial y el tercio posterior por el glosofaríngeo.
- Los pares craneales, así como el cerebelo son ipsilaterales, si se daña el lado derecho la clínica será también del lado derecho.

2.8. Cerebelo

El cerebelo es la estructura más grande de la fosa posterior.

El cerebelo está formado por dos hemisferios situados lateralmente unidos en la línea media por el vermis. Se encarga de mantener el equilibrio, la postura y coordinar los movimientos del hemicuerpo ipsilateral.

Recuerda

- Vamos a dividir el movimiento en cuatro componentes:
  - **Contracción:** contraer o no el músculo, depende del sistema piramidal. Su lesión ocasiona signos de primera o segunda motoneurona según el lugar de la lesión.
  - **Regular la contracción:** contraer rápido, lento, fuerte, suave… depende del sistema extrapiramidal (compuesto por los ganglios de la base principalmente). Su lesión generará sintomatología extrapiramidal como la distonía.
  - **Precisión del movimiento:** coordinar todas las contracciones de diferentes grupos musculares para ejecutar movimientos, depende del cerebelo. Es responsable de que los movimientos finos se ejecuten con precisión, si falla podría dar por ejemplo temblor o dismetría.
  - **Planificación y coordinación de movimientos complejos:** coordinar todos los músculos para moverse y poder realizar un movimiento. Depende de áreas corticales motoras. Por ejemplo, el uso de ambas manos depende de la corteza motora suplementaria.

2.9. Médula espinal

Caudalmente acaba en forma de cono (cono medular) a nivel de la vértebra L1-L2. La médula espinal es un cilindro que podemos dividir de rostral a caudal en segmentos.

- **8 cervicales (C).**
- **12 torácicos (T).**
- **5 lumbares (L).**
- **5 sacros (S).**
- **1 segmento coxígeo.**

(No confundas segmentos medulares con vértebras, aunque se llamen igual recuerda que la médula, el segmento coxígeo, acaba a nivel de la vértebra L1-L2, recuerda además que existe segmento medular C8, pero no vértebra C7).

A nivel cervical el grosor de la médula se amplía en los segmentos C4-T1 y proporciona inervación para el miembro superior a través del **plexo braquial.**

A nivel lumbar se amplía en los segmentos L1-S3 y se asocia con la inervación del miembro inferior a través del plexo lumbosacro.

Estructura interna

La médula espinal está dividida de manera incompleta en dos mitades simétricas por un surco medio anterior y otro posterior.

La materia gris tiene aproximadamente forma de H, o de mariposa, con cuatro pares de astas, las dorsales (posteriores) y las ventrales (anteriores), de las cuales salen 2 pares de raíces, 1 par de raíces dorsales y 1 par de raíces ventrales.

En la médula vamos a asociar dorsal a sensitivo y ventral a motor, las astas y raíces dorsales llevarán información sensitiva, y las astas y raíces ventrales conducirán información motora.

Vascularización de la médula espinal

El suministro arterial de la médula espinal depende de tres vasos arteriales longitudinales que corren a lo largo del cordón medular: la arteria espinal anterior y las arterias espinales posteriores.

Las **arterias espinales anteriores y posteriores**, por sí solas, son insuficientes para abastecer el cordón por debajo de los niveles cervicales, así que, reciben un refuerzo mediante una serie de anastomosis con las arterias radiculares a través de las arterias segmentarias formadas por las arterias ascendentes cervicales, intercostales y lumbares.

Una arteria radicular particularmente grande (la gran arteria radicular o arteria de Adamkiewicz) puede surgir de una arteria lateral intercostal o lumbar a cualquier nivel entre T8 y L3. El infarto de esta arteria conlleva el infarto de un gran territorio medular, sobre todo de la cara anterior de la médula **(Figura 2.10)**.

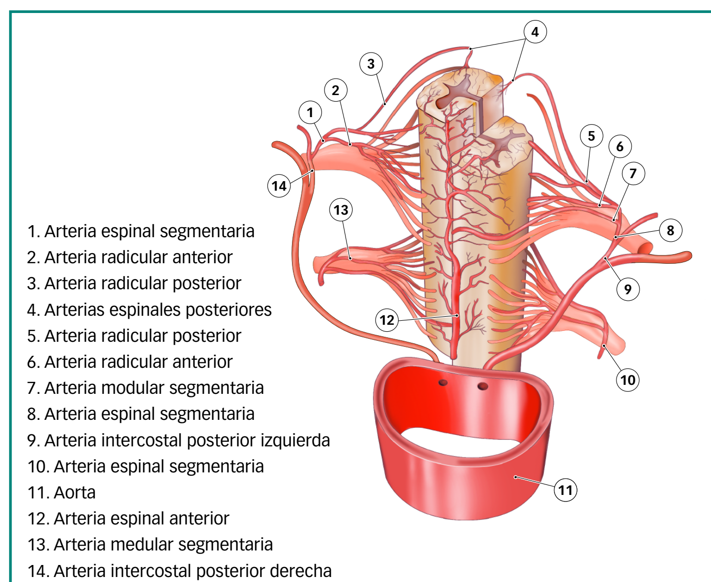


Figura 2.10. Vascularización medular arterial.



03 Aparato circulatorio

Orientación MIR

Muchas de las preguntas de anatomía son referentes a estructuras vasculares. En este apartado es importante conocer las ramas terminales y colaterales de las principales arterias (aorta ascendente, abdominal, subclavia, carótidas), con énfasis en las ramas colaterales de la aorta abdominal.

Preguntas MIR

- MIR 16-17, 3-DG

Conceptos clave

- El cayado aórtico tiene 3 ramos COLATERALES: el tronco arterial braquiocefálico, la carótida primitiva izquierda y la subclavia izquierda.
- La aorta abdominal se bifurca a nivel de L4-L5 en las dos arterias ilíacas primitivas.
- La vena porta se forma por la unión de las venas esplénica,mesentérica superior y mesentérica inferior (que muchas veces desemboca directamente en la esplénica).

3.1. Corazón

El corazón **(Figura 3.1)** es el órgano principal del aparato circulatorio. Es un músculo hueco compuesto por dos mitades diferenciadas y se describen un corazón derecho (donde circula la sangre venosa) y un corazón izquierdo (donde circula la sangre arterial). Se sitúa en el mediastino medio.

Cavidades cardíacas

En el corazón se configuran cuatro cavidades **(Figura 3.2)**.

La **aurícula derecha** recoge la sangre procedente de las dos venas cavas y del seno coronario. La porción anterior de la aurícula derecha es rugosa, por la presencia de músculos pectíneos y se encuentra la orejuela derecha (superior) y la válvula tricúspide (inferior), que separa la aurícula del ventrículo.

El **ventrículo derecho** constituye la mayor parte de la cara anterior del corazón. En su porción superior se halla la válvula tricúspide (tres valvas: septal, anterosuperior e inferior). Su porción izquierda forma un cono de pared interna lisa llamado infundíbulo o cono arterioso, del que se origina la arteria pulmonar.

La **aurícula izquierda** se sitúa por detrás de la aurícula derecha y constituye la mayor parte de la base del corazón. Recibe en su cara posterior las cuatro venas pulmonares y por delante se relaciona con el ventrículo izquierdo a través de las válvulas mitral y bicúspide (dos valvas: anterior y posterior). Las valvas reciben cuerdas tendinosas de los músculos papilares anterior y posterior, situados en la pared externa del ventrículo izquierdo.

El **ventrículo izquierdo** tiene una pared cuyo espesor es tres veces mayor que el ventrículo derecho. Adopta forma cónica y en su base se sitúa la válvula mitral. En su pared interna se hallan los músculos papilares anterior y posterior y en la cara medial el tabique interventricular.

El corazón está recubierto por el **pericardio,** constituido por el pericardio fibroso (capa externa) y el pericardio seroso (capa interna), compuesto a su vez por el pericardio visceral y el pericardio parietal. Entre ambas se encuentra la cavidad pericárdica.

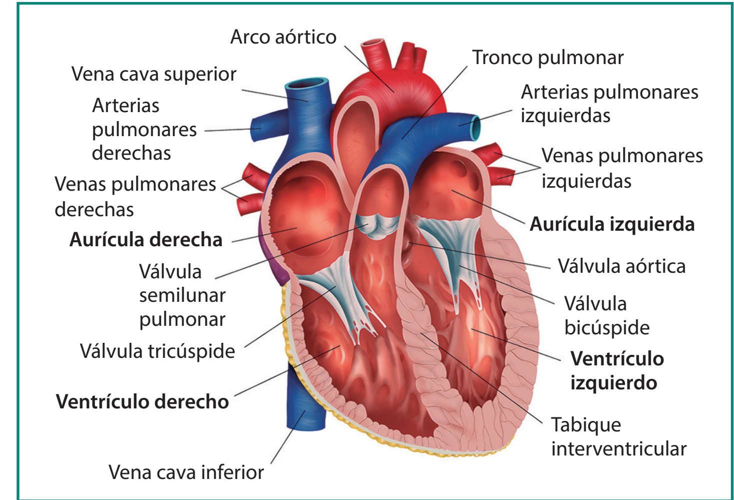


Figura 3.2. Configuración externa del corazón.

3.2. Sistema arterial

La arteria aorta se origina en el ventrículo izquierdo y se divide en tres partes: ascendente, transversa y descendente **(Figura 3.3)**.

De la parte **ascendente** de la aorta nacen las arterias coronarias **(Figura 3.4)**. Las ramas de la arteria coronaria derecha son la rama auricular (que da una rama hacia el nodo sinusal), rama marginal derecha y rama interventricular posterior. Las ramas de la arteria coronaria izquierda son la rama interventricular anterior (descendente anterior izquierda) y la rama circunfleja.

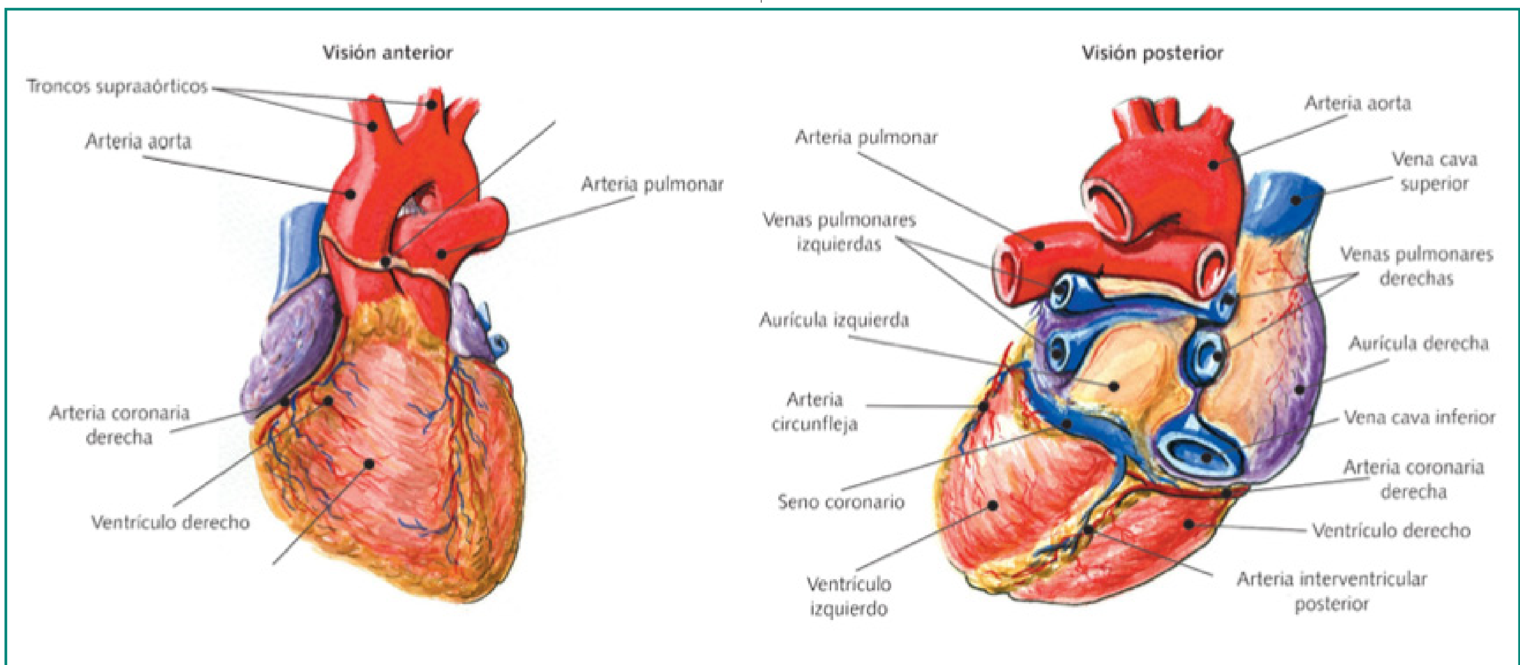
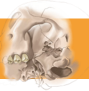


Figura 3.1. Anatomía del corazón.



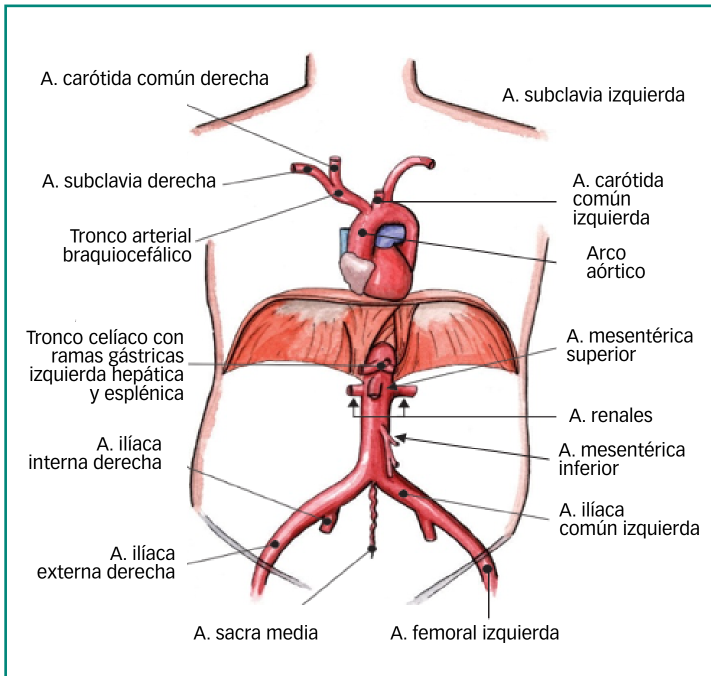


Figura 3.3. Arteria aorta y sus ramas.

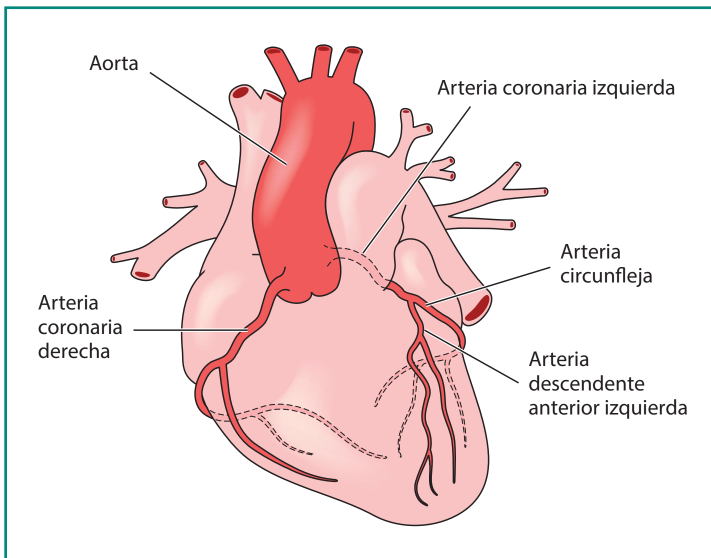


Figura 3.4. Arterias coronarias.

Del **cayado** de la aorta surgen el tronco braquiocefálico (que posteriormente se divide en arteria carótida común derecha y arteria subclavia derecha), arteria carótida común izquierda y arteria subclavia izquierda.

Las arterias carótidas comunes se dividen en sus dos ramas, interna y externa, a nivel del triángulo carotideo del cuello.

La arteria carótida interna entra en el cráneo a través del agujero carotídeo y da sus tres ramas principales: **arteria oftálmica, arteria cerebral anterior** y **arteria cerebral media.** Entre las ramas de la carótida externa tenemos la **arteria facial, la temporal superficial** y la **arteria maxilar.**

Las ramas de la arteria subclavia izquierda son la **arteria torácica interna, la arteria vertebral** y el **tronco tirocervical** (que se divide en: arteria transversa del cuello, arteria tiroidea inferior y arteria supraescapular).

Las arterias vertebrales se unen a nivel del tronco del encéfalo para formar la **arteria basilar.** Dos ramas de la arteria basilar son la arteria cerebelosa anterosuperior y anteroinferior. La arteria basilar se divide en las comunicantes posteriores. El **polígono de Willis** está formado por la arteria comunicante anterior, las arterias cerebrales anteriores, las arterias comunicantes posteriores y las arterias cerebrales posteriores.

La aorta **descendente,** en su porción torácica, da lugar a las arterias bronquiales, las esofágicas, las pericárdicas, las mediastínicas y las diafragmáticas.

Recuerda

- Las primeras ramas que da la aorta a su salida del ventrículo izquierdo son las arterias coronarias.

En su parte abdominal **(Figura 3.5),** la aorta da como ramas principales el **tronco celíaco** (arteria hepática común, arteria esplénica y arteria gástrica izquierda), la **mesentérica superior** (pancreaticoduodenal inferior, yeyunales e ileales, cólica media, cólica derecha e ileocólica) e **inferior** (cólica izquierda, sigmoideas, rectal superior) y las **arterias renales y suprarrenales medias.** Las arterias suprarrenales inferiores surgen de las arterias renales y las arterias suprarrenales superiores, de las arterias frénicas inferiores.

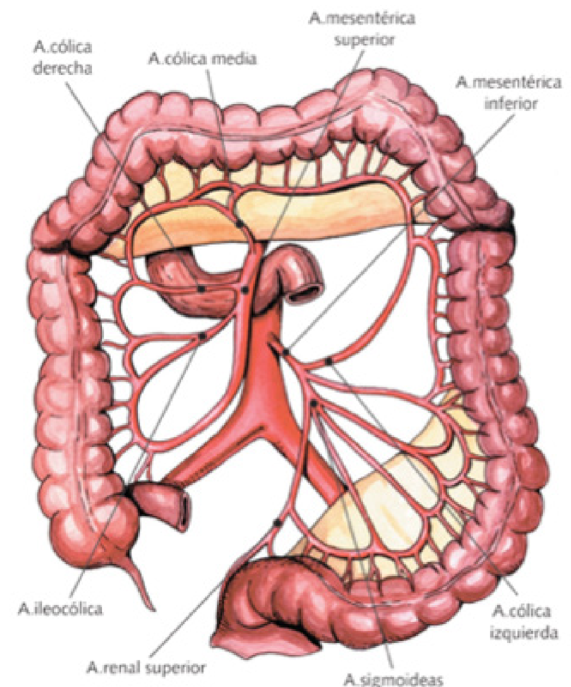


Figura 3.5. Ramas de la aorta abdominal.

La aorta abdominal se divide en las arterias ilíacas comunes, derecha e izquierda, a la altura de la cuarta vértebra lumbar ◗ MIR 16-17, 3-DG. Algunos autores incluyen a la **arteria sacra media** como rama terminal de la aorta abdominal. Las arterias ilíacas comunes se dividen a su vez en ilíacas internas (arteria umbilical, arteria vesical superior, arteria vesical inferior, arteria rectal media, arteria obturatriz, arteria pudenda interna, arteria glútea inferior y arteria uterina, arteria iliolumbar, arterias sacras laterales y arteria glútea superior) y externas.

Las arterias ilíacas internas o hipogástricas dan lugar, entre otras, a la arteria pudenda interna, las arterias glúteas (inferior y superior), arteria vaginal, arteria urinaria, arteria obturatriz, arterias profunda y dorsal del pene, etc.

Las arterias ilíacas externas van a continuarse con la arteria femoral para dar la vascularización a los miembros inferiores.

Recuerda

- El tronco celíaco se divide en tres ramas: la gástrica izquierda, la esplénica y la **hepática común**.

3.3. Sistema venoso

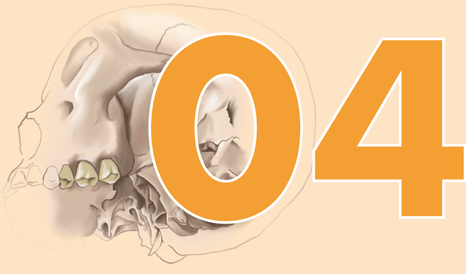
El sistema venoso se divide en tres: circulación sistémica, circulación portal y circulación pulmonar.

Dentro de la circulación sistémica encontramos las venas que desembocan en el corazón (seno coronario), las que recogen la sangre de las extremidades superiores (vena radial, vena humeral, vena axilar), que desembocan en la vena cava superior, y las que recogen la sangre de las extremidades inferiores (venas iliacas, femorales, safenas), que confluyen en la vena cava inferior.

La vena **ácigos** nace en el lado derecho del tórax y termina en la cava superior. La **hemiácigos** se inicia a la izquierda y suele acabar en la vena ácigos. La vena ácigos surge de la unión entre la vena subcostal derecha y la vena lumbar ascendente derecha. La vena hemiácigos surge de la unión entre la vena lumbar ascendente izquierda y la vena subcostal izquierda.

La vena suprarrenal derecha drena en la vena cava inferior directamente, pero la vena suprarrenal izquierda drena en la vena renal izquierda.

A través de la circulación portal se lleva a cabo el drenaje del tracto gastrointestinal. Este sistema no tiene válvulas. La vena **porta** se forma por la unión de las venas esplénica, mesentérica superior y mesentérica inferior. Esta última desemboca muchas veces en la vena esplénica y genera el tronco venoso esplenomesentérico. La vena porta, cerca del hígado, se divide en rama derecha y rama izquierda. Las arterias que desembocan en las venas gástrica izquierda, gástrica derecha, císticas y paraumbilicales.



04 Aparato respiratorio

Orientación MIR

Tema poco preguntado. Lo más importante de este capítulo es conocer la segmentación pulmonar.

Preguntas MIR

- No hay preguntas MIR representativas

Conceptos clave

- El pulmón derecho tiene 10 segmentos pulmonares y el pulmón izquierdo, 8.
- El bronquio principal derecho es más vertical, ancho y corto que el izquierdo.

El aparato respiratorio está dividido en tracto respiratorio superior e inferior, a nivel del cartílago cricoides. El tracto respiratorio superior incluye las fosas nasales, la faringe y la laringe.

4.1. Fosas nasales

La **cavidad nasal** se extiende desde la base de la fosa craneal anterior hasta el techo de la boca **(Figura 4.1)**. Queda dividida en dos mitades por el septo nasal, que está formado por la placa perpendicular del etmoides, el vómer y el cartílago septal. En la pared lateral de la cavidad nasal se reconocen los tres cornetes, debajo de los cuales se sitúan los meatos:

- Superior (al cual drenan los senos etmoidales posteriores).
- Medio (al cual drenan los senos etmoidales anteriores).
- Inferior (en el que desemboca el conducto lacrimonasal).

El **seno esfenoidal** drena en el receso esfenoetmoidal, localizado en la porción más superior de la pared posterior de la cavidad nasal.

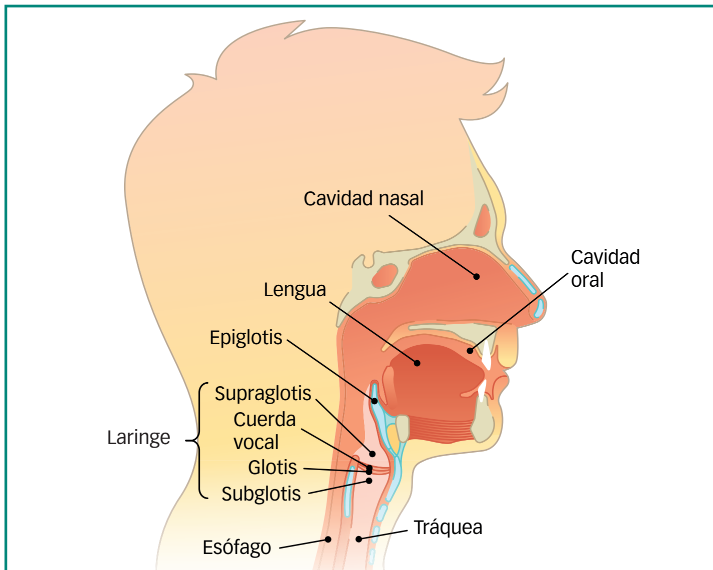


Figura 4.1. Fosas nasales.

4.2. Laringe

La laringe **(Figura 4.2)** está constituida fundamentalmente por cartílagos y contiene las cuerdas vocales. Los principales cartílagos son: cricoides, tiroides, aritenoides (dos), corniculados (dos) y cuneiformes.

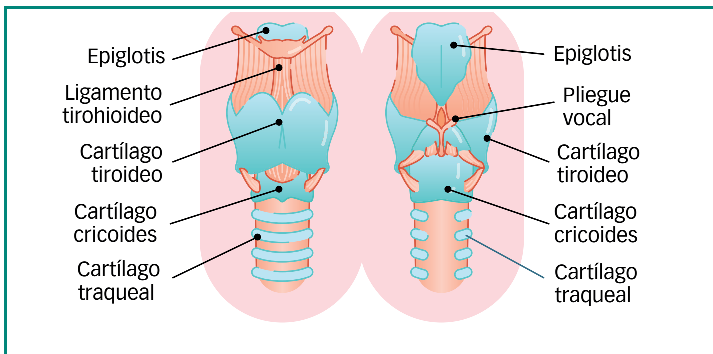


Figura 4.2. Laringe.

Los músculos cricoaritenoideo lateral, cricoaritenoideo posterior, aritenoideo transverso, aritenoideo oblicuo, tiroaritenoideo y vocales están inervados por la rama laríngea recurrente del nervio vago. El cricotiroideo está inervado por la rama externa del nervio laríngeo superior desde el nervio vago.

4.3. Tráquea y bronquios

La tráquea se divide en los bronquios principales derecho e izquierdo a nivel de la carina, y de ellos surgen los **bronquios lobares, segmentarios,** los **bronquiolos (Figura 4.3),** los **bronquiolos lobulillares** (se originan a partir del primer bronquiolo tras unas cuatro divisiones y ventilan los lobulillos secundarios) y los **bronquiolos terminales** (de cada bronquiolo lobulillar se generean unos cuatro o cinco bronquiolos terminales). El **acino** es la unidad anatómica situada distal al bronquiolo terminal.

Recuerda

- El bronquio principal derecho es más corto, vertical (sigue el trayecto de la tráquea) y ancho que el izquierdo. Por esta razón los cuerpos extraños suelen alojarse en el árbol bronquial derecho.

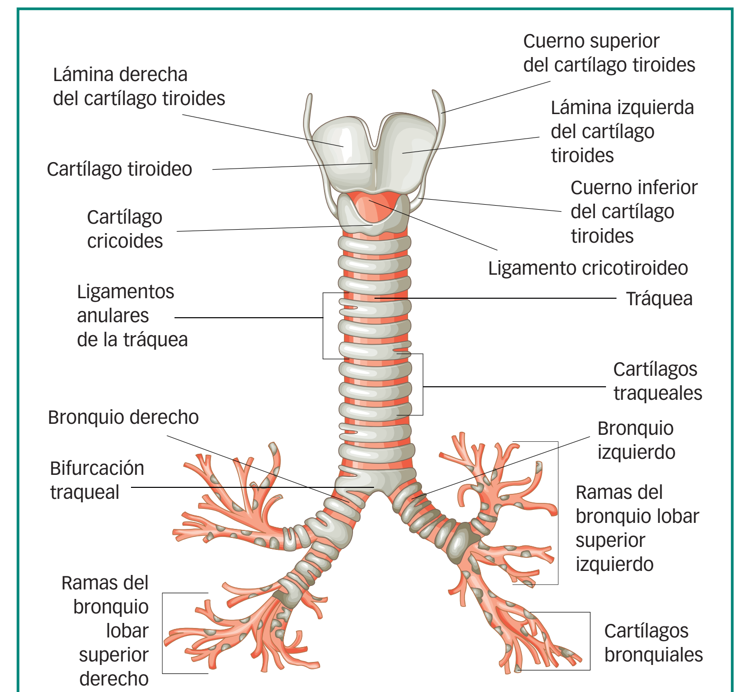
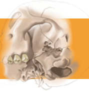


Figura 4.3. Tráquea, bronquios principales y segmentarios.

4.4. Pulmones

Están situados dentro de la caja torácica, a ambos lados del corazón. Muestran tres caras, la diafragmática, la costal y la mediastínica. Están divididos en lóbulos mediante las cisuras. El pulmón derecho tiene dos cisuras, horizontal y oblicua, que separan tres lóbulos, superior, medio e inferior. El pulmón izquierdo solo tiene una cisura oblicua, que separa los lóbulos superior (con una gran escotadura donde se aloja el corazón) e inferior **(Figura 4.4).**



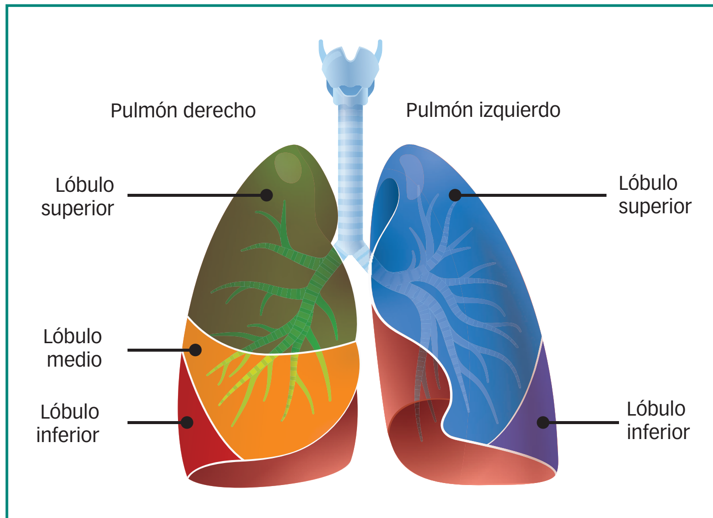


Figura 4.4. División anatómica de los pulmones derecho e izquierdo.

El extremo superior del pulmón, denominado vértice o ápice, asciende por encima de la 1.ª costilla, se relaciona con la arteria subclavia, las raíces del plexo braquial y los ganglios simpáticos paravertebrales.

En la cara mediastínica se encuentra el hilio pulmonar, por donde entran o salen del pulmón los bronquios principales, los vasos pulmonares, los vasos bronquiales, los vasos linfáticos y las fibras nerviosas.

- **Segmentos broncopulmonares:** los segmentos se denominan según sus bronquios segmentarios, describiéndose 10 segmentos para el pulmón derecho y 8 para el izquierdo.
  - **Pulmón derecho.** El **lóbulo superior** presenta 3 segmentos (apical, anterior y posterior). Sus bronquios segmentarios se desprenden del bronquio lobular correspondiente y reciben la misma denominación y numeración que su propio segmento (esto es regla general).
    El **lóbulo medio** posee 2 segmentos: lateral y medial. Sus bronquios segmentarios se desprenden del bronquio lobular medio.
    El **lóbulo inferior** presenta 5 segmentos: superior y el grupo de los segmentos basales (medial, lateral, anterior y posterior). Los bronquios segmentarios respectivos se desprenden del bronquio lobular inferior derecho.
  - **Pulmón izquierdo.** El **lóbulo superior** presenta 4 segmentos: apical posterior, anterior, lingular superior e inferior.
    El **lóbulo inferior** tiene 4 segmentos: superior del inferior y tres segmentos basales: anteromedial, lateral y posterior.

4.5. Circulación pulmonar

El pulmón recibe sangre oxigenada a través de las arterias bronquiales, ramas de la aorta torácica. También recibe sangre desoxigenada a través de la arteria pulmonar que proviene del ventrículo derecho.

La arteria pulmonar se divide debajo del cayado aórtico en dos ramas, derecha e izquierda, que acompañan a los bronquios y se ramifican de modo similar hasta los bronquiolos terminales y, a partir de aquí, las arterias se distribuyen para irrigar el lecho capilar alveolar.

La sangre oxigenada de los capilares se recoge por las vénulas pulmonares, que confluyen entre sí, y transcurre entre los lobulillos y lóbulos pulmonares, formando las cuatro venas pulmonares (dos derechas y dos izquierdas) que desembocan en la aurícula izquierda **(Figura 4.5).**

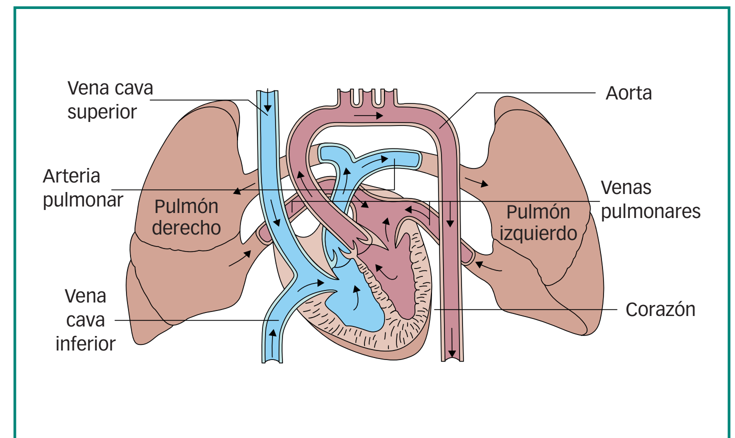
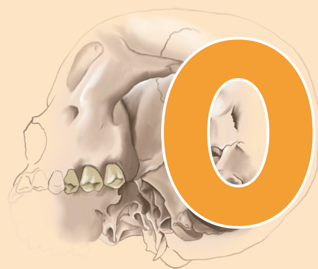


Figura 4.5. Circulación aórtica y pulmonar.

4.6. Pleura

Se divide en pleura visceral, sobre la superficie del pulmón y pleura parietal, asociada a las paredes de la cavidad pleural. Entre ambas se encuentra la cavidad pleural.

La pleura parietal está inervada por fibras somáticas aferentes. La pleura visceral está inervada por los plexos pulmonar anterior y posterior, que se originan en el nervio vago (X par) y los troncos simpáticos.



05 Mediastino y diafragma

Orientación MIR

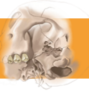
Es importante que recuerdes las estructuras que ascienden y descienden por el diafragma. Para ello utiliza el resumen de la **Tabla 5.1.**

Preguntas MIR

- No hay preguntas MIR representativas.

Conceptos clave

- El mediastino se divide en superior e inferior por una línea que pasa anteriormente por el ángulo de Louis.
- El mediastino inferior se subdivide a su vez en mediastino anterior, medio y posterior.
- El diafragma tiene un centro tendinoso y una periferia muscular. A través de sus inserciones ascienden y descienden diferentes estructuras vasculares, nerviosas, linfáticas y viscerales.



5.1. Mediastino

El mediastino es una región anatómica situada en el centro del tórax, entre las dos cavidades pleurales. Se extiende desde el esternón a los cuerpos vertebrales y desde la abertura torácica superior hasta el diafragma. Está dividido en tres áreas **(Figura 5.1)**:

- **Superior.** Las principales estructuras que pasan por el mediastino superior son: timo, venas braquiocefálicas derecha e izquierda, vena intercostal superior izquierda, vena cava superior, cayado de la aorta, tráquea, esófago, nervios frénicos, nervios vagos, rama laríngea recurrente del nervio vago izquierdo y conducto torácico.

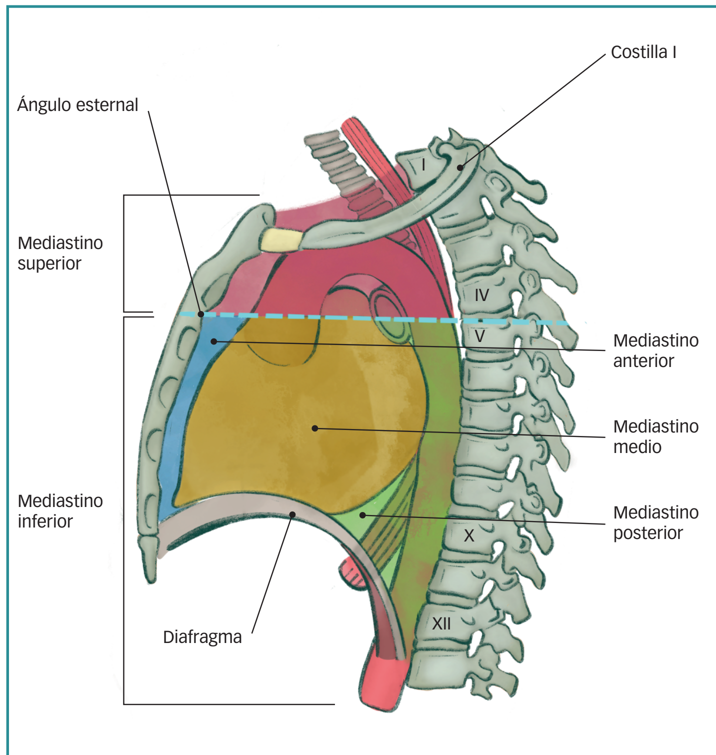


Figura 5.1. División anatómica del mediastino.

- **Inferior.** Se divide en anterior, medio y posterior.
  - **Anterior:** contiene parte del timo, grasa, nódulos linfáticos, ligamentos esternopericárdicos y vasos torácicos internos.
  - **Medio:** contiene el pericardio, el corazón, el origen de los grandes vasos y pequeños vasos y nervios.
  - **Posterior:** las principales estructuras que atraviesan el mediastino posterior son el esófago y su plexo nervioso asociado, la aorta torácica y sus ramas, las venas ácigos, el conducto torácico y los nódulos linfáticos asociados, los troncos simpáticos y los nervios esplácnicos torácicos.

Recuerda

- La línea que divide el mediastino superior del mediastino inferior se corresponde en la pared anterior del tórax con el **ángulo de Louis**. Recordemos que esta importante referencia anatómica se ubica en la unión del segundo cartílago costal con el esternón.

5.2. Diafragma

El diafragma es una estructura musculotendinosa delgada que ocupa la abertura torácica inferior y separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal **(Figura 5.2)**. Hay numerosas estructuras que lo atraviesan, las principales se resumen en la **Tabla 5.1.**

ESTRUCTURA	LUGAR DE PASO
Vena cava inferior	Tendón central (a nivel de VIII vértebra torácica)
Esófago	Parte muscular, a la izquierda de la línea media (a nivel de X vértebra torácica)
Nervio vago	Parte muscular, a la izquierda de la línea media (a nivel de X vértebra torácica)
Arteria aorta	Detrás de las inserciones posteriores (a nivel de XII vértebra torácica)
Conducto torácico	Detrás de las inserciones posteriores (a nivel de XII vértebra torácica)
Vena ácigos y hemiácigos	Hiato aórtico o pilares del diafragma

Tabla 5.1. Estructuras que atraviesan el diafragma.

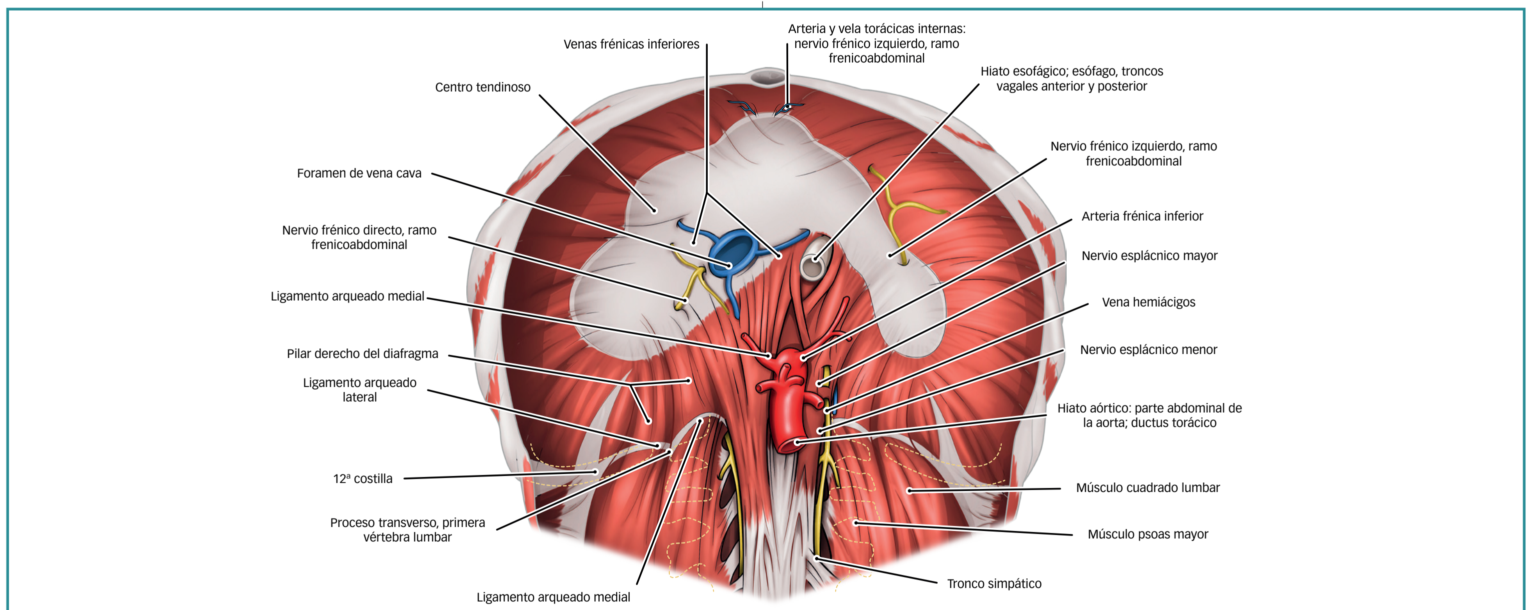
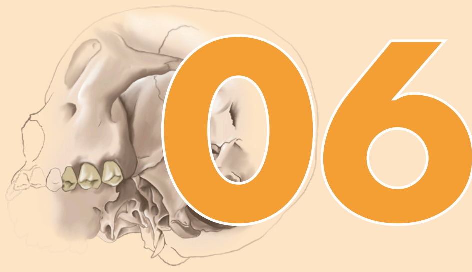


Figura 5.2. Estructuras que atraviesan el diafragma.



06 Aparato digestivo

Orientación MIR

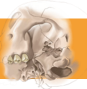
Lo más importante de este tema es recordar la vascularización del tubo digestivo. No olvides la división del tronco celíaco y la irrigación del intestino delgado y grueso por las arterias mesentéricas. También es importante recordar la formación de las vías biliares extrahepáticas y su desembocadura en el duodeno.

Preguntas MIR

- MIR 17-18, 36-DG

Conceptos clave

- La irrigación gástrica se da por curvas arteriales provenientes de ramos del tronco celíaco: en la curvatura menor se unen la gástrica derecha, proveniente de la gastroduodenal, con la arteria gástrica izquierda o coronaria estomáquica, que procede del tronco celíaco. En la curvatura mayor se unen la gastroepiploica izquierda, procedente de la arteria esplénica con la gastroepiploica derecha, proveniente de la gastroduodenal.
- La formación de las vías biliares extrahepáticas se da de la siguiente manera: los conductos hepáticos derecho e izquierdo se unen y forman el conducto hepático común. Este se une con el conducto cístico y da lugar al colédoco. La mayoría de las veces el colédoco se une distalmente con el conducto de Wirsung, que desemboca en la cara interna de la segunda porción duodenal en la ampolla de Vater.
- El hígado tiene circulación dual: la irrigación arterial proviene de la arteria hepática propia y la circulación venosa de la vena porta, que se forma por la unión de las venas esplénica, mesentérica superior y mesentérica inferior.



6.1. Cavidad oral

En la boca se distinguen dos partes, el vestíbulo de la boca (espacio que queda entre la parte interna de los labios y la cara externa de los dientes) y la cavidad bucal o boca propiamente dicha (desde la cara interna de los dientes hasta la entrada de la faringe). Es el primer tramo del tracto digestivo, es la cavidad donde se tritura el alimento (mediante los dientes) y se inicia la digestión gracias al efecto de la saliva secretada por las glándulas salivares mayores y menores **(Figura 6.1).**

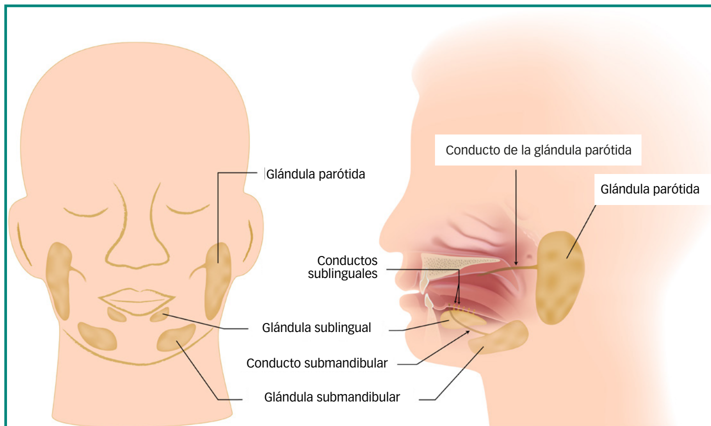


Figura 6.1. Glándulas salivares y conductos excretores.

- Las **glándulas salivares mayores** son las siguientes:
  - **Parótida:** se sitúa anterior y caudal a la mitad inferior de la oreja; superficial, posterior y profunda a la rama de la mandíbula situadas por delante, y un poco debajo del pabellón auricular. Se extiende caudalmente hasta el borde inferior de la mandíbula y cranealmente hasta el arco cigomático. Posteriormente cubre la parte anterior del músculo esternocleidomastoideo y se extiende anteriormente hasta la mitad del músculo masetero.
    El conducto parotídeo abandona el borde anterior de la glándula parótida a mitad de camino entre el arco cigomático y la comisura bucal. Atraviesa la cara siguiendo una dirección transversal y, tras cruzar el borde medial del músculo masetero, se introduce profundamente en la almohadilla grasa de la boca y atraviesa el músculo buccinador. La saliva llega a la boca a través del conducto de Stenon, a nivel del segundo molar superior (en el vestíbulo de la boca).
  - **Submandibulares o submaxilares:** localizadas por debajo del canto inferior de la mandíbula. Drenan la saliva a través del conducto de Wharton, a nivel del frenillo lingual.
  - **Sublinguales:** situadas en el suelo de la boca.
- Las **glándulas salivares menores** están: diseminadas por toda la mucosa oral, secretan moco.

6.2. Faringe

La cavidad faríngea es una vía común para el aire y el alimento. La faringe está unida por arriba con la base del cráneo y continúa hacia abajo, aproximadamente hasta el nivel de la vértebra CVI, en la parte superior del esófago. Las paredes de la faringe se unen anteriormente con los límites de las cavidades nasales, la cavidad oral y la laringe. Las regiones de la faringe son las siguientes **(Figura 6.2):**

- **Nasofaringe, rinofaringe o cavum:** que llega hasta la cara posterior del paladar blando y comprende las amígdalas faríngeas (adenoides) y tubárica, la Fosita de Rosenmüller, la apertura de la trompa de Eustaquio y las coanas.
- **Orofaringe:** desde el nivel del paladar blando hasta el borde libre de la epiglotis, incluye las amígdalas palatinas y sus pilares, la base de la lengua, la cara anterior del paladar blando y las valléculas.
- **Hipofaringe:** llega hasta el límite inferior del cricoides y está formada por los dos senos piriformes, la pared posterior y la región retrocricoidea.

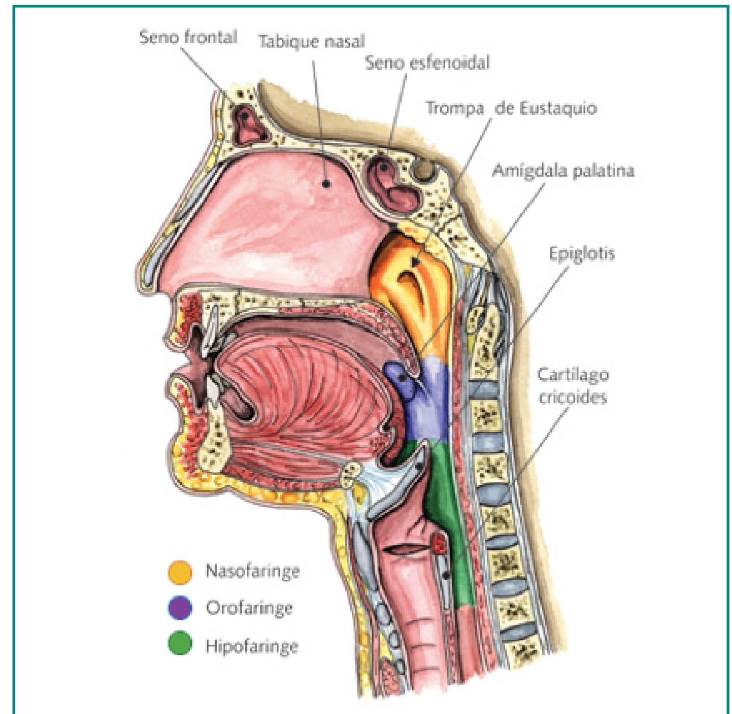


Figura 6.2. Regiones de la faringe.

La vascularización arterial depende fundamentalmente de la arteria faríngea ascendente, que es rama de la carótida externa.

6.3. Esófago

El esófago actúa como un conducto de unos 25 cm para el transporte de los alimentos desde la cavidad bucal hasta el estómago.

El extremo superior (esfínter esofágico superior, EES) está formado por los músculos constrictores de la faringe (cuyo principal componente son las fibras del músculo cricofaríngeo). Por su parte, el esfínter esofágico inferior (EEI) es un área fisiológicamente demostrada, pero con la que ha sido más difícil establecer una correlación anatómica.

El esófago entra a ese nivel a través de un túnel (hiato diafragmático) formado por los pilares diafragmáticos. El entrecruzamiento de los haces diafragmáticos junto con el ligamento o membrana frenoesofágica y el engrosamiento de las fibras de la capa circular esofágica contribuyen al mecanismo de esfínter.

6.4. Estómago

El estómago es la porción más dilatada del tubo digestivo y tiene forma de J. Situado entre el esófago abdominal y el intestino delgado, está en

las regiones del abdomen, epigástrica, umbilical e hipocondrio izquierdo. El estómago se divide en cuatro regiones (Figura 6.3):

- **Cardias:** rodea el orificio del esófago al estómago.
- ***Fundus* gástrico:** zona por encima del nivel del cardias.
- **Cuerpo gástrico:** es la parte más ancha del estómago.
- **Porción pilórica,** que se divide en antro pilórico y canal pilórico y es el extremo distal del estómago.

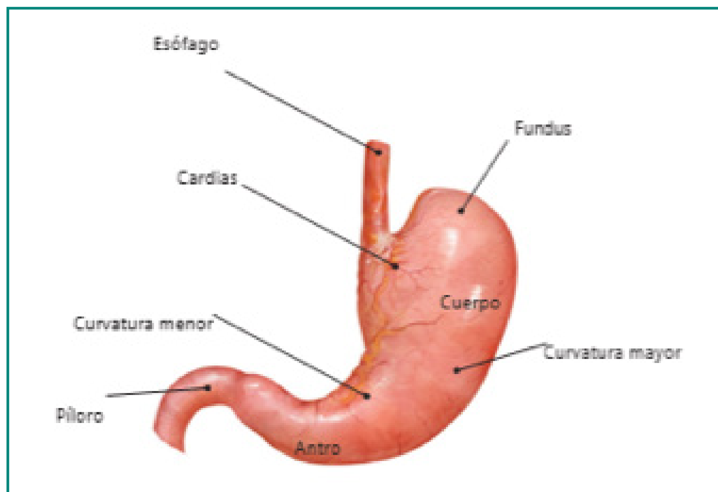


Figura 6.3. Regiones del estómago.

El estómago delimita superiormente con el diafragma y lateralmente con el bazo. Casi todo el estómago reside en el hipocondrio izquierdo. El segmento lateral izquierdo del hígado suele cubrir una extensa zona anterior del estómago. El diafragma, el tórax y la pared abdominal constituyen los límites del resto del estómago. Se une por la cara inferior al colon transverso, el bazo, el lóbulo caudado del hígado, los pilares diafragmáticos y los nervios y vasos retroperitoneales.

Las arterias del estómago provienen de las tres ramas del **tronco celíaco.** La mayor irrigación proviene de anastomosis formadas en las curvaturas del estómago. En la **curvatura menor:** unión de la **gástrica derecha,** proveniente de la gastroduodenal, con la arteria **gástrica izquierda o coronaria estomáquica,** que procede del tronco celíaco. En la **curvatura mayor:** unión de la **gastroepiploica izquierda,** proveniente de la arteria esplénica, con la gastroepiploica derecha, procedente de la gastroduodenal. El *fundus* y la porción superior del cuerpo del estómago reciben irrigación de las arterias gástricas cortas y de la arteria gástrica posterior. La inervación extrínseca del estómago tiene un origen parasimpático a través del vago y simpático a través del plexo celíaco.

El **omento mayor** se extiende desde la curvatura mayor del estómago y primera porción del duodeno hacia abajo. El **omento menor** se extiende desde la curvatura menor del estómago y primera porción del duodeno hasta la cara inferior del hígado.

Recuerda

- La vascularización arterial gástrica proviene de las tres ramas de división del tronco celíaco.

6.5. Intestino delgado

Tiene una extensión de 6–7 metros de largo y está compuesto por duodeno, yeyuno e íleon. El duodeno está formado por cuatro porciones (Figura 6.4) que rodean al páncreas. El límite con el yeyuno lo marca un pliegue peritoneal conocido como ligamento de Treitz.

La perfusión sanguínea proviene exclusivamente de la arteria mesentérica superior con la excepción de la parte proximal del duodeno que depende de las ramas del tronco celíaco.

El **duodeno** recibe todo el jugo pancreático a través del conducto pancreático de Wirsung y el jugo biliar a través del conducto colédoco (Figura 6.5). El conducto colédoco se forma por la unión del conducto cístico y el conducto hepático común. El conducto cístico proviene de la vesícula biliar. El conducto hepático se origina por la unión del conducto hepático derecho y el conducto hepático izquierdo. El conducto colédoco desemboca en la porción descendente del duodeno, en la papila duodenal.

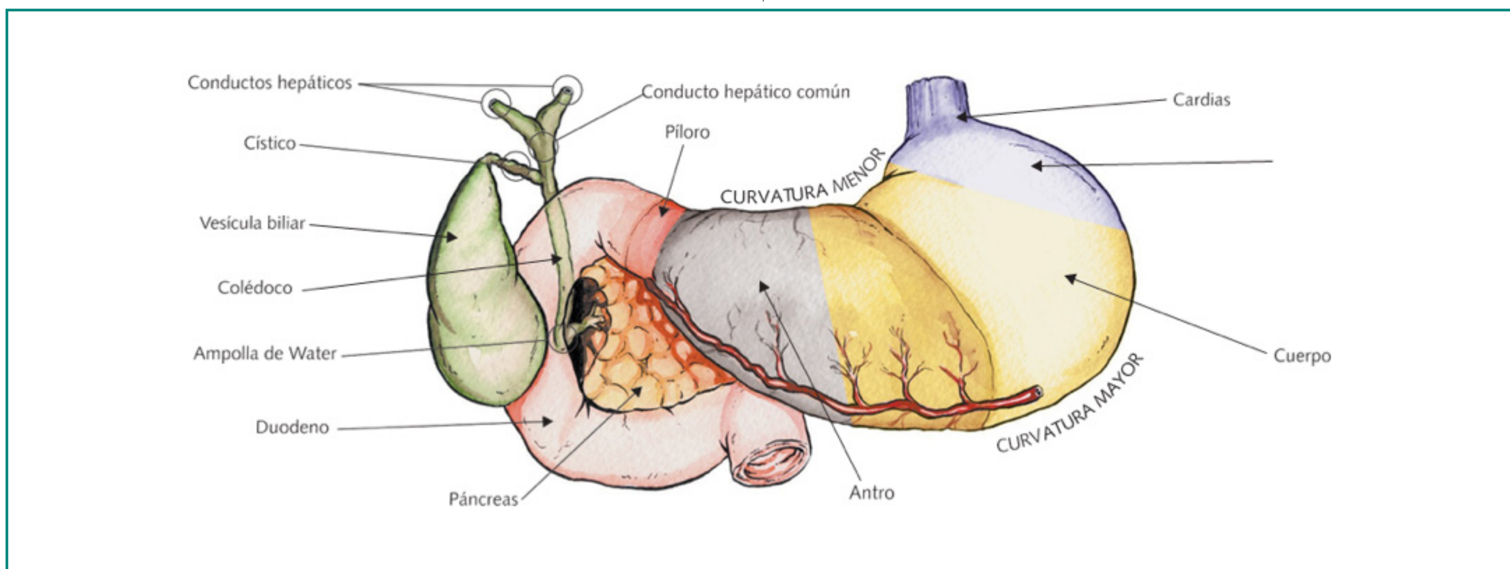


Figura 6.4. Duodeno, estómago y vías biliares.



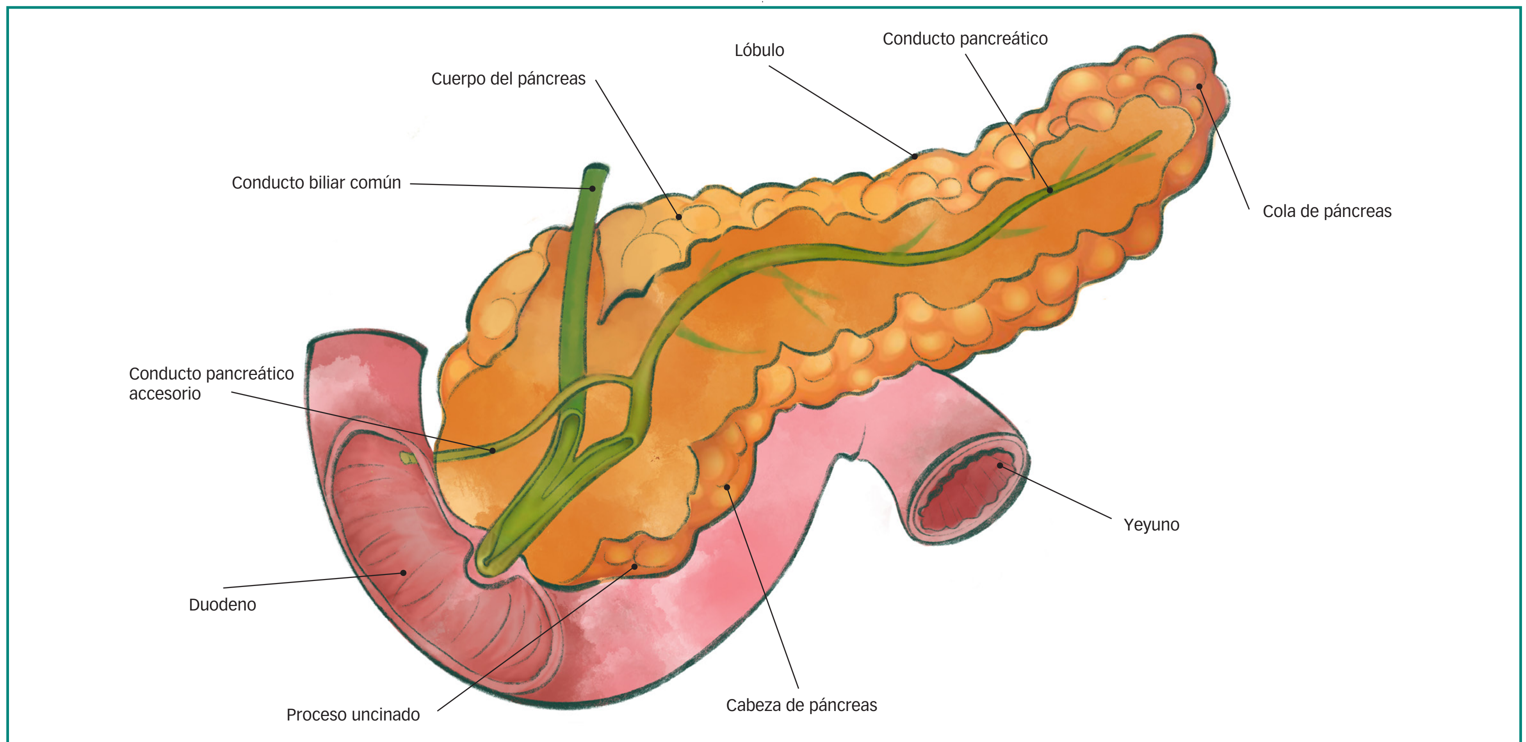


Figura 6.5. Páncreas y vías biliares.

El duodeno se compone de cuatro porciones: porción superior, porción descendente (incluye la papila mayor y menor), porción inferior u horizontal y ascendente; termina en el ángulo duodenoyeyunal, rodeado por un pliegue de peritoneo que contiene fibras musculares llamado músculo suspensor (ligamento) del duodeno (**ligamento de Treitz**).

6.6. Intestino grueso

Tiene una extensión de 150 cm y se divide en:

- **Ciego y colon ascendente:** el ciego descansa sobre el psoas-ilíaco derecho y los nervios femoral y femorocutáneo lateral derechos. El colon ascendente está unido por detrás al psoas derecho, cresta ilíaca derecha y músculos cuadrado de los lomos derecho y transverso del abdomen derecho. Tanto el ciego como el colon ascendente se encuentran irrigados por la arteria mesentérica superior.
- **Colon transverso:** se relaciona superiormente con el hígado, vesícula biliar, estómago y bazo, anteriormente con el omento mayor y posteriormente con la porción descendente de duodeno, cabeza de páncreas, intestino delgado y riñón izquierdo. Los dos tercios proximales del colon transverso se encuentran irrigados por la arteria mesentérica superior mientras que el tercio distal depende de la mesentérica inferior.
- **Colon descendente y sigma:** ambos están vascularizados por la arteria mesentérica inferior.

Para garantizar la vascularización del tubo digestivo se establecen anastomosis entre los tres troncos arteriales **(Figura 6.6).**

El tronco celíaco se anastomosa con la mesentérica superior a través de las arterias pancreaticoduodenales superior e inferior. Los sistemas de la mesentérica superior e inferior se anastomosan entre sí a través de ramas superiores de la cólica derecha e izquierda, formando así la arcada arterial de Riolano, que es la anastomosis de mayor calibre del tracto digestivo y especialmente importante en los casos de isquemia intestinal o hemicolectomías. La mesentérica inferior se anastomosa a través de la hemorroidal superior (rectal superior) con el sistema de la arteria hipogástrica (ilíaca interna).

6.7. Recto

Las principales relaciones del recto son las anteriores: en el varón con la vejiga, vesículas seminales, conductos deferentes y próstata y en la mujer con la porción inferior de la vagina.

El **tercio superior** del recto recibe la vascularización de la arteria mesentérica inferior a través de la arteria rectal superior. El **tercio medio** se irriga directamente a través de la arteria rectal media, rama de la arteria ilíaca interna. El **tercio distal** se irriga por la arteria rectal inferior, que es rama de la arteria pudenda interna, que a su vez lo es de la hipogástrica.

6.8. Hígado

El hígado es el órgano intrabdominal de mayor tamaño. Se relaciona con el reborde costal, el diafragma (a través de él con la pleura y el pulmón derechos), las vértebras torácicas 10 y 11, el esófago abdominal, la vena cava inferior, la suprarrenal derecha y el omento menor.

La cara visceral está cubierta por peritoneo excepto a nivel de la vesícula biliar y del hilio hepático, que mide unos 5 cm aproximadamente y contiene la vena porta, la arteria hepática propia, los conductos hepáticos, los vasos linfáticos y el plexo nervioso hepático. Las zonas de reflexión del peritoneo originan los ligamentos suspensorios del hígado: el ligamento falciforme, el ligamento redondo, el ligamento coronario y los ligamentos triangulares izquierdo y derecho **(Figura 6.7)** **MIR 17-18, 36-DG**.

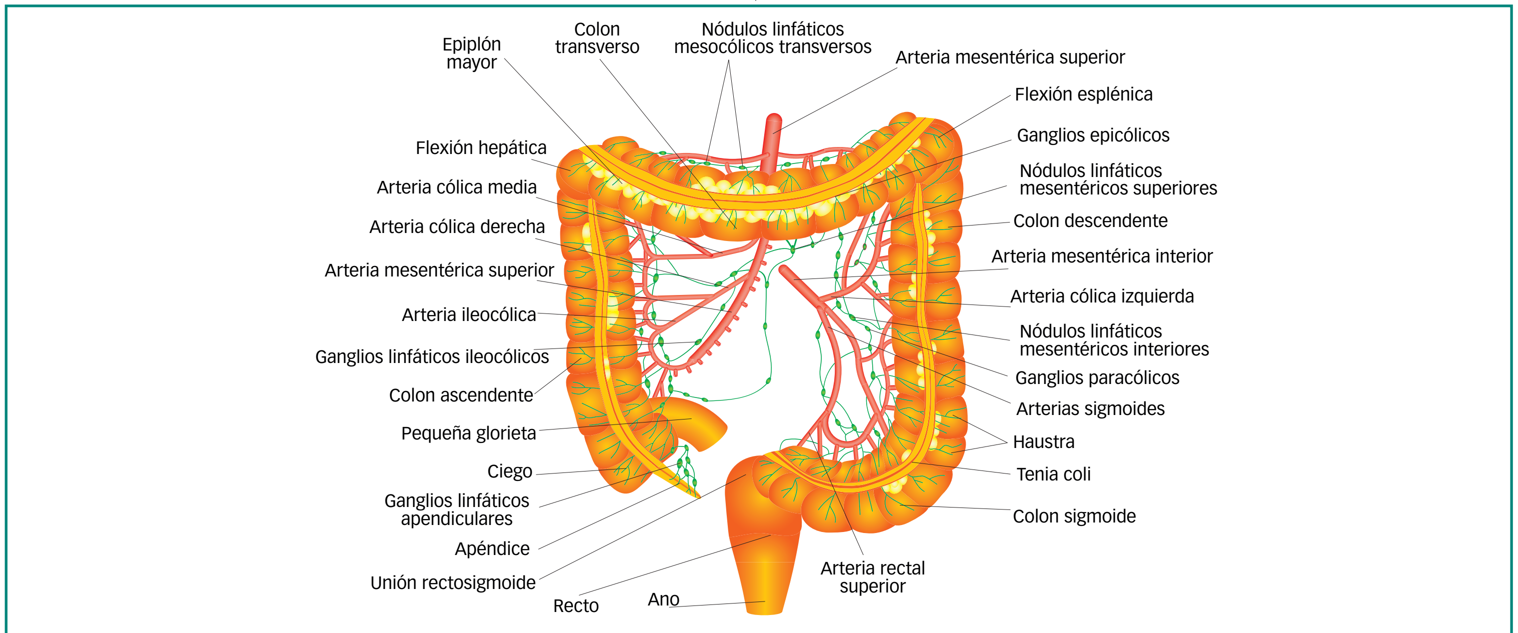


Figura 6.6. Vascularización del intestino grueso.

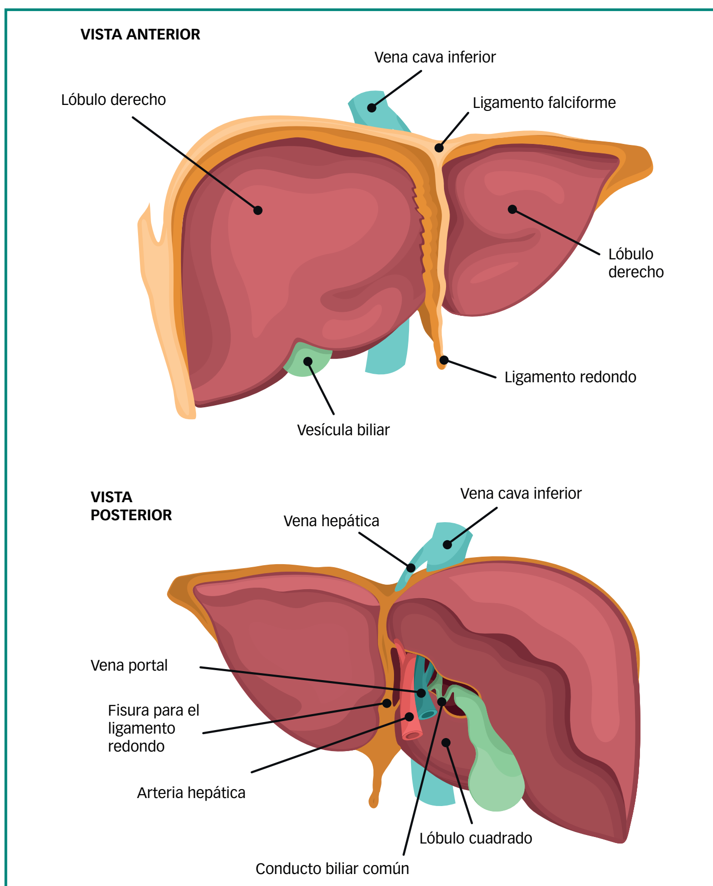


Figura 6.7. Configuración externa del hígado

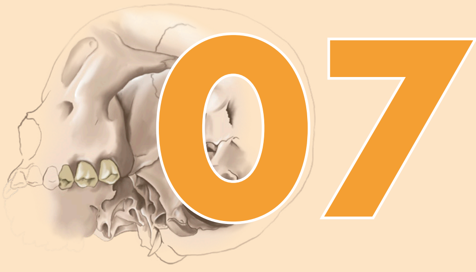
6.9. Páncreas

El páncreas está situado en su mayor parte posterior al estómago. Ocupa la pared posterior del abdomen desde el duodeno, por la derecha, al bazo, en la izquierda.

Es retroperitoneal (de forma secundaria) excepto una pequeña porción de la cola, y está formado por la cabeza, el proceso unciforme, el cuello, el cuerpo y la cola:

- La **cabeza del páncreas** está dentro de la concavidad en forma de C del duodeno. De la parte inferior de la cabeza sale el proceso unciforme, posterior a los vasos mesentéricos superiores.
- El **cuello del páncreas** es anterior a los vasos mesentéricos superiores; posterior al cuello del páncreas, las venas mesentérica superior y esplénica se unen para formar la vena porta.
- El **cuerpo del páncreas** es alargado y se extiende desde el cuello hasta la cola del páncreas.
- La **cola del páncreas** termina cuando pasa entre las capas del ligamento esplenorrenal.

El **conducto pancreático** empieza en la cola del páncreas. Se dirige hacia la derecha a través del cuerpo y después de entrar en la cabeza del páncreas, cambia de dirección inferiormente. En la porción inferior de la cabeza del páncreas, el conducto pancreático se une al conducto colédoco. La unión de estas dos estructuras forma la ampolla hepatopancreática **(ampolla de Vater),** que se introduce en la porción descendente del duodeno en la papila mayor del duodeno. Alrededor de la papila está el esfínter de la papila (esfínter de Oddi), que es un acúmulo de músculos lisos.



07 Aparato urinario

Orientación MIR

Tema poco preguntado. Repasa la formación de las vías urinarias y las diferencias entre la uretra masculina y femenina.

Preguntas MIR

- MIR 18-19, 3-RX

Conceptos clave

- La uretra femenina es más corta que la masculina. Esta última se divide en cuatro porciones: periprostática, prostática, membranosa y esponjosa.

7.1. Riñones

Los riñones se sitúan en el retroperitoneo, en la región posterior del abdomen **(Figura 7.1)**. Están situados en el tejido conjuntivo extraperitoneal, laterales a la columna vertebral. En decúbito supino, los riñones van de la vértebra TXII superiormente a la vértebra LIII inferiormente, de manera que el riñón derecho es un poco más bajo que el izquierdo por su relación con el hígado.

Posteriormente los dos riñones se relacionan con estructuras similares. Superiormente está el diafragma, e inferiormente, en dirección lateral e interna, se encuentran los músculos psoas mayor, cuadrado lumbar y transverso del abdomen.

La cara anterior del riñón derecho se relaciona con varias estructuras, unas separadas por peritoneo y otras en contacto directo con el riñón: glándula suprarrenal en el polo superior, estómago y bazo en el polo superior, páncreas inferiormente y ángulo cólico izquierdo y yeyuno en el polo inferior ◗ MIR 18-19, 3-RX.

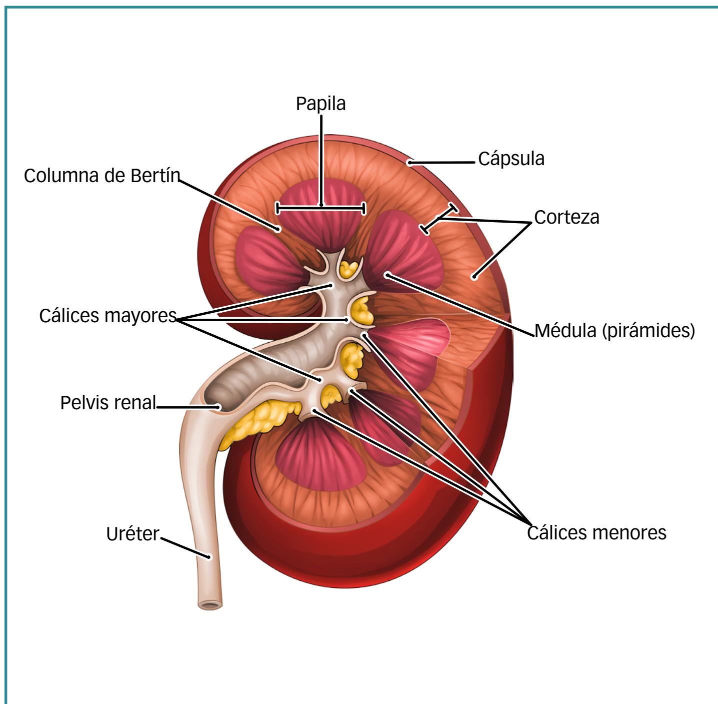


Figura 7.1. Estructura del riñón.

7.2. Uréteres

Continúan con la pelvis renal en la parte superior, que es una estructura en forma de embudo en el seno renal. La pelvis renal se origina por la confluencia de dos o tres cálices mayores, que a su vez están formados por la confluencia de varios cálices menores. Los cálices menores rodean una papila renal. La pelvis renal se estrecha al pasar por el hilio renal y continúa con el uréter en la unión pieloureteral. Inferiormente, los uréteres descienden en situación retroperitoneal en la cara interna del músculo psoas mayor.

En el reborde de la pelvis, los uréteres cruzan el final de la arteria ilíaca común o el principio de la arteria ilíaca externa, entran en la cavidad pélvica y siguen hasta la vejiga. Los uréteres penetran en la región del trígono de la vejiga a través del músculo detrusor.

7.3. Vejiga

La vejiga urinaria es el elemento más anterior de las vísceras pélvicas. Es el lugar donde se almacena la orina. La pared vesical está compuesta por tres capas musculares que forman el músculo detrusor, el cual se contrae durante la micción.

Para evitar que la orina pase a la uretra, existe un esfínter a nivel de la unión vesicoureteral. El reflejo de la micción está regulado por el centro reflejo a nivel sacro, que activa neuronas parasimpáticas que contraen el músculo detrusor de la vejiga y relajan el esfínter uretral interno. El esfínter vesical externo está formado por músculo esquelético voluntario y es activado a través del nervio pudendo.

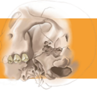
En la vejiga se diferencian un vértice, una base, una superficie superior y dos superficies inferolaterales:

- El **vértice de la vejiga** se dirige hacia la parte superior de la sínfisis del pubis. Desde su porción superior, el ligamento umbilical medio (resto del uraco embrionario, que contribuye a la formación de la vejiga) continúa hasta la pared abdominal en la zona anterior al ombligo.
- La **base de la vejiga** tiene forma de triángulo invertido y se orienta en sentido posteroinferior. Los dos uréteres entran en la vejiga en cada una de las esquinas superiores de la base y la uretra drena en sentido inferior desde la esquina inferior de la base. La zona triangular lisa que queda entre las aberturas de los uréteres y de la uretra en la cara interna de la vejiga se denomina **trígono vesical**.

7.4. Uretra

La uretra comienza en la base de la vejiga y termina con una abertura al exterior en el periné. El trayecto que sigue es significativamente diferente en las mujeres y en los hombres.

- **Uretra femenina.** Mide unos 4 cm de longitud. Sigue un trayecto ligeramente curvado cuando pasa en sentido inferior a través del suelo pélvico hacia el periné, donde atraviesa el espacio perineal profundo y la membrana perineal antes de abrirse en el vestíbulo que se ubica entre los labios menores.
  La abertura de la uretra es anterior a la abertura vaginal en el vestíbulo. La cara inferior de la uretra está unida a la superficie anterior de la vagina. En relación con el extremo inferior de la uretra hay dos pequeñas glándulas mucosas parauretrales (**glándulas de Skene**). Cada una drena mediante un conducto que se abre hacia el borde lateral del orificio externo de la uretra.
  La parte final está rodeada por un esfínter de músculo estriado (voluntario).
- **Uretra masculina.** Es más larga que la femenina y se divide en cuatro partes anatómicas:
  - **Periprostática:** antes de entrar en la próstata.
  - **Prostática:** atraviesa la próstata. A este nivel se le unen los conductos eyaculadores, que transportan el semen.
  - **Membranosa:** se extiende desde la salida de la próstata hasta llegar al bulbo del cuerpo esponjoso del pene.
  - **Esponjosa:** atraviesa el pene hasta llegar a la parte final del trayecto, donde se ensancha y da lugar a la fosa navicular.



Bibliografía

- Atlas de Anatomía Humana de Sobota. Editorial Médica Panamericana, 2000.
- Latarjet M. y Ruíz Liard A. Anatomía Humana. Editorial Médica Panamericana.
- Moore K.L. Anatomía Humana con Orientación Clínica. Editorial Médica Panamericana. 4.ª edición.
- Netter F.H. Atlas de Anatomía Humana. 4.ª edición. Masson S.A., 2007.
- Rouvière H., y Delmas A. Anatomía Humana. Descriptiva, Topográfica y Funcional. 10.ª edición. Masson S.A., 1999.
- Williams P.L. Anatomía de Gray. 38.ª edición. Harcourt Brace de España S.A.,1998.

En la realización de este manual han intervenido:

Coordinación del proyecto multidisciplinar:
Sandra León Paraíso, Fernando de Teresa Galván y Fernando de Teresa Mansilla

Coordinación editorial:
Sonia Clavería Iranzo

Edición:
Marta García Cortizas y Belén Martín Armand

Corrección:
Mercedes Sacristán Soletto

Ilustración de cubierta:
Txema Martínez Ávila

Ilustración de interior:
Marina Heredia Marcos

Diseño de interiores:
Txema Martínez Ávila y Victoria Rivas Guerra

Algoritmos y otros gráficos:
Victoria Rivas Guerra y Equipo CTO

Maquetación e impresión:
Cañizares Artes Gráficas

Material digital:

Adaptación digital:
Óscar Díaz González, Adrián Gutiérrez Álvarez, Juan Carlos Quintero de Teresa y José Antonio Serrano Sánchez

Equipo multimedia:
Cecilia León Paraíso, María López Romero, Daniel Paraíso Frías, Beatriz Parrondo Jiménez y Miriam Rodríguez Paredes

Agradecimientos:
Asier Albarrán Rodríguez, Alba Bernad Sanz, Roxana Cerdá Cosme, Magdalena Espigares Rodríguez, Judith Hernán González, Sergio Mata Redondo, Laura Miño Cifuentes, Laura Ponce Pastor, Vanessa Spranger Hierro y Audrey Carolina Vargas Velasco


CTO
Editorial

